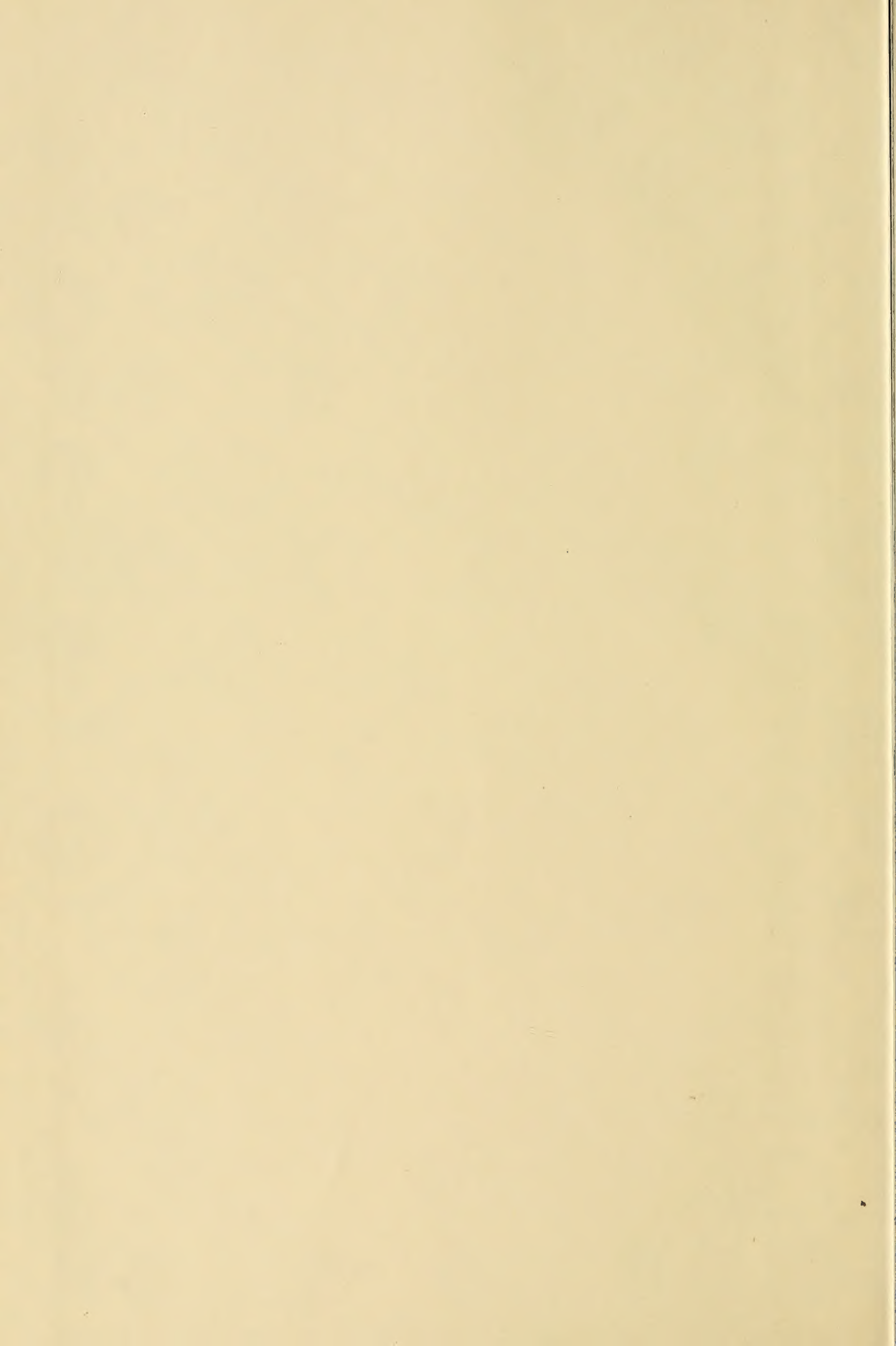





THE LIBRARY
SMITHSONIAN INSTITUTION







DIE

KALKSCHWÄMME.

EINE MONOGRAPHIE

IN ZWEI BÄNDEN TEXT UND EINEM ATLAS MIT 60 TAFELN ABBILDUNGEN

VON

ERNST HAECKEL.

ERSTER BAND

(GENERELLER THEIL).

BIOLOGIE DER KALKSCHWÄMME.

BERLIN.

VERLAG VON GEORG REIMER.

1872.

BIOLOGIE

DER

KALKSCHWÄMME

(CALCISPONGIEN ODER GRANTIEN)

VON

ERNST HAECKEL

DOCTOR DER PHILOSOPHIE UND MEDICIN, ORDENTLICHEM PROFESSOR DER ZOOLOGIE
UND DIRECTOR DES ZOOLOGISCHEN INSTITUTS UND DES ZOOLOGISCHEN MUSEUMS
AN DER UNIVERSITÄT JENA.

BERLIN.
VERLAG VON GEORG REIMER.
1872.


SMITHSONIAN
LIBRARY

Inhaltsverzeichniss
des ersten Bandes.

Biologie der Kalkschwämme.

Erster Abschnitt.
Einleitung in die Biologie der Kalkschwämme.

Erstes Kapitel. Historische Einleitung.

Zweites Kapitel. Methodologische Einleitung.

Zweiter Abschnitt.

Morphologie der Kalkschwämme.

Drittes Kapitel. Anatomie.

Viertes Kapitel. Entwickelungs-Geschichte.

Dritter Abschnitt.

Physiologie der Kalkschwämme.

Fünftes Kapitel. Interne Physiologie.

Sechstes Kapitel. Externe Physiologie.

Vierter Abschnitt.

Philosophie der Kalkschwämme.

Siebentes Kapitel. Die Stellung der Kalkschwämme im Thierreiche.

Achtes Kapitel. Die Kalkschwämme und die Descendenz-Theorie.

Vorwort.

Die Veranlassung zu der vorliegenden Monographie der Kalkschwämme gab mir vor fünf Jahren der Wunsch, die Wahrheit der Descendenz-Theorie auf einem Wege zu beweisen, der bisher noch nicht betreten, wohl aber von vielen Seiten als der sicherste Weg zu ihrer Begründung gerühmt worden ist. Dieser Weg ist die umfassende und möglichst vollständige monographische Bearbeitung einer kleineren Organismen-Gruppe, verbunden mit dem speciellen Nachweise des genealogischen Zusammenhanges aller darin enthaltenen, als Species, Genera etc. unterschiedenen Formen: mit einem Worte: Der analytische Beweis von der gemeinsamen Descendenz aller Species einer einheitlichen Gruppe.

Man kann diesen Weg der Beweisführung als die „analytische Lösung des Problems von der Entstehung der Arten" bezeichnen, im Gegensatz zu der synthetischen Lösung, wie sie schon 1809 von Lamarck in seiner bewunderungswürdigen „Philosophie zoologique" versucht, und dann ein halbes Jahrhundert später mit dem glänzendsten Erfolge von Charles Darwin in seinem epochemachenden Werke „On the Origin of Species" ausgeführt worden ist. Dieser synthetische Weg führt zur Ueberzeugung von der Wahrheit der Descendenz-Theorie durch die vergleichende Betrachtung der grossen biologischen Erscheinungsgebiete, welche uns in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Organismen, in der Paläontologie und Systematik, in der Chorologie und Oecologie entgegentreten. Den überzeugenden Beweisgründen, welche uns diese Erscheinungs-Gebiete sowohl einzeln für sich, als auch besonders in ihrem harmonischen Zusammenhange liefern, hat Darwin noch die neue und geniale Selections-Theorie hinzugefügt. Ebenso überzeugend hat Carl Gegenbaur in seinen classischen „Grundzügen der vergleichenden Anatomie" (II. Auflage, 1870), sowie in seinen mustergültigen „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere" (1864—1872) dargethan, dass die Erscheinungen der vergleichenden Anatomie nur mit Hülfe der Descendenz-Theorie eines wahren Verständnisses und einer natürlichen Erklärung fähig sind. Endlich habe ich selbst versucht, in meiner „generellen Morphologie der Organismen" (1866) die Wahrheit der Descendenz-Theorie durch ihre consequente Anwendung auf das gesammte Gebiet der organischen Formen-Wissenschaft synthetisch zu beweisen und der letzteren dadurch zugleich ein mechanisch-causales Fundament zu geben. Die wichtigsten Principien dieses synthetischen Beweises habe ich in meiner populären „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" (1868; III. Aufl. 1872) einem grösseren Leserkreise zugänglich gemacht.

Ich gestehe offen, dass dieser synthetische Beweis für die Wahrheit der Abstammungslehre, der durch die generelle, vergleichende, philosophische Betrachtung allgemeiner Erscheinungsreihen geliefert wird, in meinen Augen unendlich schwerer wiegt, als jeder analytische Beweis, wie immer derselbe geartet sein mag. Allein die Erfahrung hat gezeigt, dass die grosse Mehrzahl der heutigen Naturforscher anders denkt. Noch heute sind die Meisten (und darunter berühmte Biologen ersten Ranges) der Ansicht, dass durch DARWIN das Problem von der Entstehung der Arten nur neu wieder aufgestellt, aber nicht gelöst worden sei. Man verlangt nach neuen und sicheren „Beweisen" dafür, und zwar nach analytischen Beweisen. Nun gut, dieser „analytische Beweis" wird hier in der Monographie der Kalkschwämme in dem Sinne, wie Viele von Jenen wünschen, versucht, und wie ich hoffe auch überzeugend durchgeführt. Es wird hier zum ersten Male der Versuch gemacht, die „*bona species*" bis in die letzten und dunkelsten Schlupfwinkel der dogmatischen Systematik zu verfolgen, sie bei nacktem Leibe zu fassen, und durch ihr Hervorziehen an das kritische Tageslicht zu zeigen, dass sie ursprünglich immer eine „*mala species*" ist. Jeder denkende und aufrichtige Systematiker, der sich das natürliche und das künstliche System im zweiten Bande dieser Monographie angeeignet hat, wird zugeben, dass es wahre „Species" in dem dogmatischen Sinne der Schule überhaupt hier nicht giebt. Man weise mir unter denjenigen Calcispongien-Arten, von denen zahlreiche Individuen-Massen untersucht worden sind, irgend eine bona species im Sinne der Schule nach, und ich gebe die ganze Descendenz-Theorie Preis.

Als einen sehr glücklichen Zufall muss ich es anerkennen, dass ich gerade zu der Zeit, als ich den Plan zu einer solchen analytischen Behandlung des Species-Problems entwarf, mit derjenigen Thiergruppe näher bekannt wurde, die sich in ganz vorzüglichem Maasse für eine solche Behandlung eignete. Die Spongien verdienen wegen ihrer einfachen Organisation, ihrer ausserordentlichen Form-Flüssigkeit, ihrer ungewöhnlichen Variabilität und Polymorphose für jenen Zweck den Vorzug vor den meisten, ja, wie ich glaube, vor allen anderen Thieren. Die „bona Species" erscheint hier in einem völlig anderen Lichte als in dem gewohnten. Unter den verschiedenen Spongien aber sind wiederum die Kalkschwämme diejenigen, welche in dieser Beziehung bei weitem die lehrreichsten Erscheinungen darbieten, schon desshalb, weil zu ihnen die einfachsten und ursprünglichsten Formen der Klasse gehören, die Asconen; an ihrer Spitze der höchst wichtige Olynthus, der den Schlüssel für das Verständniss der ganzen Spongien-Classe in ähnlicher Weise giebt, wie der Nauplius für die Crustaceen-Classe.

Nun war es ein höchst glückliches Zusammentreffen, dass ich die erste nähere Bekanntschaft der Kalkschwämme, und zwar dieser Asconen, gerade in jener Zeit machte, als ich nach Abschluss der „generellen Morphologie" das Bedürfniss fühlte, die dort begründete allgemeine Auffassung der organischen Formverhältnisse an einem speciellen Objecte zu prüfen, und die dort versuchte synthetische Lösung des Species-Problems durch eine analytische Monographie einer Species-Gruppe zu ergänzen. Es war im Februar 1867, als ich während meines Aufenthaltes auf der canarischen Insel Lanzerote in der merkwürdigen *Ascetta blanca* einen Kalkschwamm kennen lernte, der sowohl durch die primordiale Einfachheit seiner Organisation, wie durch die wunderbare Mannichfaltigkeit seiner Individualität und äusseren Körperform mein lebhaftestes Interesse auf diese wenig bekannte Thiergruppe lenkte. Als ich dann hierdurch angeregt tiefer in

ihre Morphologie eindrang, überzeugte ich mich bald, dass dieselbe in ganz ungewöhnlichem Maasse den Bedingungen entspreche, deren Erfüllung für jene beabsichtigte analytische Behandlung des Species-Problems erforderlich schien. Unter diesen Bedingungen schienen mir namentlich folgende vier erfüllt werden zu müssen, und durch die Kalkschwämme wirklich erfüllt zu werden.

Die erste Bedingung für eine erfolgreiche Durchführung der Aufgabe musste relative Einfachheit der Organisations-Verhältnisse sein. Offenbar wird bei allen höheren Thierstämmen, bei den Vertebraten, Mollusken, Arthropoden, Echinodermen und den meisten Würmern ein solcher Versuch schon durch die organologischen Complicationen ausserordentlich erschwert. Alle diese Thiere besitzen eine wahre Leibeshöhle, ein echtes Coelom, und ein damit zusammenhängendes Blutgefäss-System, ferner meistens mannichfach gestaltete Drüsen, Respirations-Organe, besondere Geschlechts-Organe etc. Alle diese differenzirten Organe fehlen dem Stamme der Zoophyten oder Coelenteraten, bei denen das einzige Höhlen-System des Körpers durch die Darmhöhle und ihre unmittelbaren Ausläufer dargestellt wird. Unter den Zoophyten aber verdienen wieder die Spongien den Vorzug vor den Acalephen, weil bei den Schwämmen bloss die beiden ursprünglichen Keimblätter (Entoderm und Exoderm) die Wand der Darmhöhle zusammensetzen, während bei den Nesselthieren sich bereits zwischen beiden das dritte (mittlere) Keimblatt, das Mesoderm mit seinen mannichfaltigen Producten entwickelt. Auch fehlen den ersteren die Extremitäten (Tentakeln), die sich bei den letzteren so mannichfach ausbilden. Anderseits verdienen die Spongien den Vorzug vor den noch einfacher organisirten Protozoen, weil diese letzteren sich noch nicht zu dem äusserst wichtigen Entwickelungszustande der Gastrula erhoben haben, welchen die Spongien mit allen höheren Thieren theilen.

Als zweite Bedingung für die analytische Behandlung des Species-Problems muss die überwiegende Bedeutung der morphologischen und das Zurücktreten der physiologischen Verhältnisse bezeichnet werden. Je weniger sich eine Organismen-Gruppe durch vielfache Anpassung extensiv differenzirt hat, je weniger sie also physiologisches Interesse darbietet, desto höher ist ihre morphologische Bedeutung, desto mehr dürfen wir hoffen, den genealogischen Zusammenhang der Formen durch den Nachweis der Vererbung zu erkennen. Dieser Bedingung genügen die Spongien mehr, als alle höheren Thiere, und sie bilden in dieser Beziehung innerhalb der Zoophyten-Gruppe den äussersten Gegensatz zu den Siphonophoren mit ihrer vorgeschrittenen Arbeitstheilung. Wer das Interesse der Thiere nach den physiologischen Curiositäten (Parasitismus etc.) beurtheilt, die sie bieten (wie z. B. Leuckart), der wird die Spongien für höchst langweilige Thiere erklären; wer hingegen von morphologischem Standpunkte aus die geheimnissvolle Umbildung der organischen Formen Schritt für Schritt verfolgen will, der wird hier durch die tiefsten Einblicke in dieses wahre „Wunder der Schöpfung" belohnt werden.

Eine dritte Bedingung ist, dass die betreffende Organismen-Gruppe sich durch relativ starke Flüssigkeit und Biegsamkeit der organischen Form, durch weite Variabilität auszeichne. Diese erfüllen die Spongien im höchsten Maasse. Schon Oscar Schmidt, der den weitesten Ueberblick über das formenreiche Gebiet der Spongien-Classe besitzt, hat bemerkt, dass sie in dieser Beziehung „Alles bisher Dagewesene übersteigen". Die Kalkschwämme überbieten aber gerade hierin, und besonders durch ihre

unglaubliche Polymorphose und Metrocormie alle übrigen Spongien. Insbesondere das characteristische Detail der äusseren Körperform, welches bei allen höheren Thieren in erster Linie zur Species-Unterscheidung dient, ist bei den Kalkschwämmen für diesen praktischen Zweck völlig werthlos. Aber auch die wichtigsten inneren Form-Verhältnisse sind im höchsten Maasse der Variabilität unterworfen.

Eine vierte Bedingung für das Gelingen unserer Aufgabe ist, im Gegensatze zu den eben erwähnten drei Bedingungen, rein äusserlicher Natur, und betrifft die möglichste Vollständigkeit und Reichhaltigkeit des systematischen Untersuchungs-Materials. Will man wirklich das Species-Problem in der hier versuchten Weise angreifen, so muss erstens die Species-Zahl der gewählten Gruppe möglichst vollständig zugänglich sein, und zweitens müssen wenigstens von einzelnen Species sehr zahlreiche Individuen untersucht und verglichen werden können. Dieser Bedingung scheinen die Kalkschwämme zunächst sehr wenig zu entsprechen. Denn wenn schon im Allgemeinen die Spongien nicht zu den Lieblingen der sammelnden Museums-Zoologie gehören und daher in den meisten Sammlungen im Verhältnisse zu ihrer noch lebenden Arten-Zahl sehr schwach vertreten sind, so gilt dies ganz besonders von den Kalkschwämmen. Die meisten Calcispongien sind viel unahnsehnlicher und kleiner, zarter und zerbrechlicher als die Mehrzahl der übrigen Spongien. Ausserdem sind sie an allen Meeres-Küsten viel seltener als die letzteren, und an manchen ausgedehnten Küstenstrichen, an denen Kieselschwämme eben nicht selten sind, scheinen Kalkschwämme ganz zu fehlen. Als ich daher vor fünf Jahren bei Beginn meiner Untersuchungen die Dürftigkeit des damals zugänglichen Materials und die geringe Zahl der bekannten Species kennen lernte, durfte ich kaum hoffen, genügende Mengen von Arten und Individuen zur Untersuchung zu erhalten. Indessen beschloss ich doch wenigstens den Versuch zu wagen, nachdem ich mich einmal von der vorzüglichen Bedeutung der Kalkschwämme für das Species-Problem überzeugt hatte. Ich richtete daher brieflich an alle Fachgenossen, in deren Besitze ich Kalkschwämme vermuthen und von denen ich Bereitwilligkeit zur Unterstützung meines Unternehmens erwarten konnte, die Bitte, mich durch Zusendung von Material zu unterstützen. Das Ergebniss dieses Versuches überstieg bei Weitem meine Hoffnungen, und ich brachte in Folge der nachstehend verzeichneten gütigen Zusendungen eine Sammlung von Calcispongien zu Stande, welche weit reichhaltiger und vollständiger war, als ich früher jemals erwarten durfte. Alle bisher beschriebenen Arten waren darin vertreten. Diese sind sämmtlich nebst den neuen Species im System des zweiten Bandes möglichst genau beschrieben und im Atlas des dritten Bandes durch Abbildungen ihrer characteristischen Skeletttheile illustrirt; letztere habe ich selbst auf das Sorgfältigste mit Hülfe der Camera lucida gezeichnet.

Das Ergebniss dieser systematischen Arbeit zeigte, dass die bis dahin beschriebene Arten-Zahl nur einen ganz kleinen Bruchtheil der Gruppe bildete. Unter den hundert und elf Arten des natürlichen Systems, welche sich auf Grund jener Zusendungen und des mir selbst angehörigen Materials unterscheiden liessen, habe ich zwei Drittel (74 Species) als neu, ein Drittel (37 Arten) als bekannt aufgeführt; in Wahrheit aber ist die Anzahl der neuen Arten noch grösser, da ich mehrere Bezeichnungen der älteren Literatur (z. B. *Ascandra complicata*, *Leucandra ananas*, *Sycandra coronata* etc.) für Species verwendet habe, die bisher entweder noch gar nicht oder doch nicht hinreichend kenntlich und genau beschrieben waren.

Den nachstehend verzeichneten Herren, welche die Güte hatten, meine Bitte zu erfüllen, spreche ich hiermit für ihre freundlichen Zusendungen meinen verbindlichsten Dank aus:

Agassiz (Alexander): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Cambridge.
Allman (Prof.): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Edinburgh.
Barboza du Bocage (Prof.): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Lissabon.
Bessels (Dr. Emil): Die Kalkschwämme seiner Privat-Sammlung.
Bleek (Dr. Wilhelm): Eine Sammlung von Kalkschwämmen von Südafrica.
Bolau (Dr. Heinrich): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Hamburg.
Claparède (Prof. Edouard): Die Kalkschwämme seiner Privat-Sammlung.
Ehlers (Prof. Ernst): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Erlangen.
Eschmark (Prof.): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Christiania.
Finsch (Dr. in Bremen): Die Kalkschwämme der II. deutschen Nordpol-Expedition.
Frauenfeld (Ritter Georg von): Die Kalkschwämme des Hofnaturaliencabinets in Wien.
Gildemeister (Eduard, in Bremen): Eine Sammlung von Kalkschwämmen von Japan.
Haltermann (Capitain, in Bremen): Einige Kalkschwämme aus dem Pacifischen Ocean.
Heller (Prof. Camil): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Innsbruck.
Koch (Dr. Gottlieb von): Die Kalkschwämme seiner Privat-Sammlung.
Koren (Dr. in Bergen): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Bergen.
Lacaze-Duthiers (Prof.): Eine Sammlung von Kalkschwämmen von der Normandie.
Lieberkühn (Prof. N.): Die Kalkschwämme des anatomischen Museums in Marburg.
Mièvre (in Paris): Eine Sammlung von Kalkschwämmen von der französischen Küste.
Miklucho (Maclay): Fragmente von Kalkschwämmen seiner Privat-Sammlung.
Moebius (Prof.): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Kiel.
Norman (Reverend A. Merle): Die Kalkschwämme seiner Privat-Sammlung.
Perceval-Wright (Prof. in Dublin): Eine Anzahl von britischen Kalkschwämmen.
Peters (Prof.): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Berlin.
Randropp (in Thorshavn): Eine Anzahl Kalkschwämme von den Far-Oer-Inseln.
Ray-Lankester (in Oxford): Einige exotische Kalkschwämme.
Sars (Prof. in Christiania): Eine Sammlung von norwegischen Kalkschwämmen.
Schmeltz (in Hamburg): Eine Anzahl Kalkschwämme aus dem Museum Godeffroy.
Schmidt (Prof. Oscar): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Gratz.
Schultze (Prof. Max): Die Kalkschwämme des anatomischen Museums in Bonn.
Semper (Prof. Carl): Die Kalkschwämme seiner Privat-Sammlung.
Siebold (Prof. C. Th. v.) Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in München.
Sirsky (Dr.): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Triest.
Sonder (in Hamburg): Eine Anzahl von Kalkschwämmen aus seinem Herbarium.
Steenstrup (Prof.): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Kopenhagen.
Strasburger (Prof. Eduard): Eine Anzahl von Kalkschwämmen aus Neapel.
Weismann (Prof.): Die Kalkschwämme des zoologischen Museums in Freiburg.

Ganz besonderen Dank schulde ich meinem Freunde Oscar Schmidt, welcher mit der grössten Liberalität alle in seinem Besitze befindlichen und von anderen Seiten ihm zugesendeten Kalkschwämme, darunter viele neue und interessante Arten, mir zur Bearbeitung überliess. Besonders werthvoll war mir aber diese Sammlung desshalb, weil sie die Originale der von O. Schmidt beschriebenen Arten enthielt. Ausserdem war mir von

besonderem Werthe die Sammlung britischer Kalkschwämme, welche auf die freundliche Fürbitte von Charles Darwin der Reverend A. Merle-Norman in Burnmoor Rectory, (Durham) mir zur Untersuchung zu übersenden die Güte hatte. Diese Sammlung enthält nicht allein zahlreiche Exemplare von den meisten britischen Arten, sondern auch Originale von allen denjenigen Arten, welche in den beiden grundlegenden Faunen der britischen Spongien von Johnston und Bowerbank beschrieben sind. Für die Feststellung der Identität der letzteren und der von mir genau untersuchten atlantischen Species war mir Norman's Sammlung desshalb unschätzbar, und sie ersetzte mir zugleich den Mangel der reichen Sammlung von Bowerbank, welche mir leider nicht zugänglich war.

Die Formen-Reihe von Kalkschwämmen, welche ich aus den angeführten Zusendungen zusammenstellen konnte, wurde noch wesentlich ergänzt und bereichert durch diejenigen Calcispongien, welche ich selbst bei Gelegenheit früherer Reisen gesammelt hatte: 1854 in Helgoland, 1856 und 1865 in Nizza, 1859 in Neapel, 1860 in Messina, 1867 auf der canarischen Insel Lanzerote und an der africanischen Küste bei Mogador, sowie auf der Rückreise bei Algesiras und Tarifa, in der Strasse von Gibraltar. Indessen war dieses Material, namentlich bezüglich der untersuchten Individuen-Menge, für meinen Zweck noch lange nicht ausreichend. Ich unternahm daher, theils um grössere Individuen-Massen zu sammeln, theils um die Beobachtungen über lebende Kalkschwämme zu ergänzen, noch zwei Reisen an die Meeresküste. Im August und September 1869 besuchte ich die Westküste von Norwegen, wo ich namentlich in der Nähe von Bergen, und dann auf der Insel Gis-Oe, einige Meilen südwestlich von Bergen, eine reiche Ernte von Kalkschwämmen hielt. Besonders wichtig wurde mir auf letzterer Insel eine kleine Bucht in der Nähe von Brandesund, welche ich im System des zweiten Bandes als Goethe-Bucht bezeichnet habe, und welche ausser der sehr häufigen Leucandra nivea drei der formenreichsten Species, nämlich Ascetta coriacea, Ascandra variabilis und Sycandra compressa in einer ausserordentlichen Fülle von Formen und Individuen enthält.

Im März und April 1871 ging ich nach dem adriatischen Meere, wo ich bei Triest nur wenige Kalkschwämme antraf, hingegen an der spongienreichen Küste Dalmatiens, und zwar auf der Insel Lesina, nicht allein alle bis dahin beschriebenen Calcispongien-Arten des adriatischen Meeres, sondern auch manche instructive neue Arten in Fülle fand.

In Lesina erfreute ich mich der liebenswürdigen Unterstützung des Don Gregorio Bucсich, in Triest der freundlichen Hülfe des Herrn Dr. Sirsky, in Bergen der freundschaftlichen Theilnahme der Herren Danielssen und Koren, denen ich hiermit für ihre wohlwollende Förderung meiner Zwecke meinen verbindlichsten Dank abstatte.

Jena, am 18. August 1872.

Ernst Heinrich Haeckel.

Erster Abschnitt.

Einleitung

in die

Biologie der Kalkschwämme.



Erstes Kapitel.

Historische Einleitung.

I. Geschichte der generellen (morphologischen und physiologischen) Untersuchungen über Kalkschwämme.

1. Aelteste Untersuchungen über Kalkschwämme.

Die Kalkschwämme (Grantien oder Calcispongien) haben erst in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. Es sind erst 92 Jahre verflossen, seit die erste, dürftige Beschreibung von zwei Calcispongien-Arten erschien; und erst 46 Jahre, seit der englische Naturforscher Grant das Kalk-Skelet dieser Thiere erkannte und darauf hin dieselben als Kalkschwämme den übrigen Schwämmen, den Hornschwämmen und Kieselschwämmen, gegenüber stellte.

Die Geschichte unserer Kenntnisse von den Kalkschwämmen und ihrer Organisation ist daher kurz und inhaltsarm, wie diejenige von den Schwämmen überhaupt. Keine andere Klasse des Thierreichs ist bisher so wenig gewürdigt und so auffallend vernachlässigt worden, als die Klasse der Spongien. Keine andere Klasse hat im Verhältniss zu ihrer Bedeutung so wenige Bearbeiter gefunden und eine so dürftige Literatur aufzuweisen. Auch hat wohl, wie ich schon früher gelegentlich aussprach, „keine andere Klasse des Thierreichs und des Pflanzenreichs, welche eine ähnliche Anzahl von häufigen, ansehnlichen und mannichfaltigen Formen enthält, bis in die neueste Zeit die Naturforscher über ihre eigentliche Natur so in Zweifel gelassen und eine solche Menge widersprechender Ansichten hervorgerufen“. Diese Erscheinung ist doppelt auffallend, wenn man bedenkt, dass die Schwämme in allen Meeren verbreitet sind, dass unter ihren zahlreichen Arten viele sich durch Gestalt und Färbung auszeichnen, dass der gemeine Badeschwamm *(Euspongia)* seit den ältesten Cultur-Zeiten in allgemeinem Gebrauche ist, und dass der Süsswasserschwamm *(Spongilla)* in den süssen Gewässern fast aller Erdtheile vorkommt.

Wenn trotzdem bis in die neueste Zeit unsere Kenntniss der Spongien überhaupt unverhältnissmässig zurückgeblieben ist, so gilt dies in ganz besonderem Maasse von

den Kalkschwämmen. Denn unter den übrigen Schwämmen giebt es wenigstens einzelne Formen, welche aus verschiedenen Gründen schon seit den Zeiten des ARISTOTELES Beachtung gefunden haben und theilweise von diesem grossen Forscher des Alterthums beschrieben worden sind. Unter den Hornschwämmen hat der Badeschwamm wegen seiner allgemeinen praktischen Verwendung und seines damit verknüpften mercantilischen Werthes seit mehr als zwei Jahrtausenden das Interesse der Naturforscher, Sammler und Kaufleute erregt. Unter den Kieselschwämmen hat eine ziemliche Anzahl verschiedener Formen theils durch ansehnliche Grösse, theils durch ihre auffallende Aehnlichkeit mit Corallen, theils durch häufiges Vorkommen die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gelenkt. Ganz anders steht es mit den Kalkschwämmen. Diese sind erstens durchschnittlich viel kleiner und unansehnlicher, als die Hornschwämme und Kieselschwämme. Zweitens sind sie in allen Meeren viel seltener und auch da, wo sie verhältnissmässig häufig vorkommen, doch viel ärmer an Individuen und an Arten, als die übrigen Schwämme. Drittens endlich sind die Kalkschwämme durchgängig viel zartere und viel leichter zerstörbare Organismen, als die übrigen Spongien, und besonders in getrocknetem Zustande höchst fragil. Daher sind sie auch in den zoologischen Sammlungen bisher äusserst dürftig vertreten gewesen, und nicht allein viele kleinere, sondern selbst manche grosse und berühmte europäische Museen (wie z. B. das Reichs-Museum in Leyden) enthalten noch heute nicht einen einzigen Kalkschwamm. Zu allen diesen Hindernissen, welche bisher unsere Kenntniss der Kalkschwämme erschwerten, gesellen sich dann noch die mancherlei Schwierigkeiten, welche in der eigenthümlichen Organisation dieser Thiere selbst liegen. So erscheint es denn am Ende weniger befremdend, dass noch nicht ein halbes Jahrhundert verflossen ist, seit wir überhaupt Etwas von der Organisation der Kalkschwämme wissen, und noch nicht ein viertel Jahrhundert, seit wir sie etwas genauer kennen.

Alle älteren Mittheilungen über Kalkschwämme, und zwar vom Jahre 1780 bis zum Jahre 1825 (also während eines Zeitraums von 45 Jahren) sind äusserst dürftig, und geben bloss die oberflächliche Beschreibung der äusseren Körperform und der gröberen Structur einiger von den häufigsten nord-atlantischen Kalkschwämmen, soweit dieselbe ohne genaue mikroskopische Untersuchung möglich war. So beschrieb zuerst OTHO FABRICIUS 1780 in seiner berühmten „Fauna Groenlandica“ zwei grönländische Arten als *Spongia ciliata* und *S. compressa*. Dann folgten 6 Jahre später ELLIS und SOLANDER (1786) in ihren „Zoophytes“ mit der Beschreibung von zwei britischen Arten: *Spongia botryoides* und *S. coronata;* sie gaben von diesen beiden Species zugleich eine Abbildung, die älteste, welche überhaupt von Kalkschwämmen existirt.

Im vorigen Jahrhundert finden wir mithin die vier ersten Arten von Kalkschwämmen in der Literatur aufgeführt. Dann folgt in unserem Jahrhundert zuerst

1814 der britische Naturforscher MONTAGU (also 28 Jahre später), welcher in seinem „Essay on sponges“ sechs britische Species beschreibt, die später als Kalkschwämme erkannt wurden. Aber auch seine Beschreibungen, gleich denjenigen seiner Vorgänger, betreffen grösstentheils nur die äussere Form; den inneren Bau nur insofern, als derselbe ohne Weiteres zugänglich war. Dagegen sind die feineren Verhältnisse der inneren Structur, das Wesen der Organisation und namentlich die characteristische Form und kalkige Beschaffenheit der Skelettheile diesen älteren Beobachtern ganz fremd geblieben. Die Erkenntniss der letzteren Verhältnisse wurde erst möglich durch die sorgfältige Anwendung verbesserter Mikroskope, und GRANT gebührt das Verdienst, diese zuerst mit dem glänzendsten Erfolge sowohl bei den Schwämmen überhaupt, als bei den Kalkschwämmen im Besonderen angewendet zu haben.

2. Untersuchungen von Robert Grant.

Der erste Naturforscher, welcher mit Hülfe des verbesserten Mikroskops und chemischer Reagentien den Organismus der Spongien genauer untersuchte und die kalkige Beschaffenheit des Skelets bei den Kalkschwämmen erkannte, war der verdiente englische Zoologe ROBERT GRANT. Er veröffentlichte in den Jahren 1825 bis 1827 in dem Edinburgh Philosophical Journal eine Reihe von ausgezeichneten morphologischen und physiologischen Untersuchungen über viele Arten von Schwämmen, welche für die wissenschaftliche Erkenntniss der ganzen Spongienklasse die erste feste und bleibende Grundlage lieferten[1]).

Fast alle früheren Schriftsteller hatten die Spongien entweder für Pflanzen erklärt oder aber für Polypen gehalten und meistens geradezu mit den Corallenthieren in der Abtheilung der Pflanzenthiere *(Zoophyta)* vereinigt[2]). Die oberflächliche Aehnlichkeit, welche manche Schwämme und manche Corallen im äusseren Habitus und in der fleischig-schwammigen Consistenz zeigen, führte namentlich zu einer Zusammenstellung der Spongien mit den Alcyonien, als nächstverwandten Polypen, und so verschaffte sich vielfach die, auch von LAMARCK vertretene Ansicht Geltung, dass die Schwämme gleich den Corallen echte Polypen-Stöcke seien; in den Höhlungen der schwammig-fleischigen Massen sollten zahlreiche kleine Polypen-Individuen stecken; dass man diese hypothetischen Polypen nicht wirklich beobachten konnte, suchte

1) ROBERT GRANT, Observations and experiments on the structure and functions of the Sponge. Edinburgh Philosophical Journal, 1825, Vol. XIII, p. 94—107; p. 343—346. — 1826, Vol. XIV, p. 113—124; p. 336—341. Edinburgh New Philosophical Journal, 1827, Vol. II, p. 121—141.

2) GEORGE JOHNSTON hat in seiner „History of British Sponges and Lithophytes“ (1842) die Geschichte der Entdeckungen und Ansichten über die Natur der Schwämme von ARISTOTELES bis auf BLAINVILLE sehr ausführlich und sorgfältig zusammengestellt (History of opinions and discoveries of the nature of Sponges; l. c. p. 23—75).

man sich aus ihrer geringen Grösse, Durchsichtigkeit und Vergänglichkeit zu erklären. Diesen irrigen Ansichten gegenüber führte GRANT zum ersten Male den Nachweis, dass die Spongien thierische Organismen sui generis seien, deren ganze Organisation sich wesentlich von der der übrigen Pflanzenthiere, und namentlich der Corallen, verschieden verhalte. Er entdeckte mittelst des Mikroskopes zuerst die feinen Poren an der Oberfläche des Schwammkörpers und wies durch sorgfältige Experimente nach, dass durch diese Poren beständig Wasser-Ströme in das Innere desselben eindringen, welche aus grösseren Oeffnungen (Oscula) wieder heraustreten. Mit diesen austretenden Wasserströmen werden sowohl die Excrete als auch „bewimperte Eier" entleert. Diese von GRANT für Eier gehaltenen Körper sind die Flimmerlarven *(Planulae)*, deren Flimmerhaare er bereits deutlich erkannte. Dagegen gelang es ihm nicht, gleiche Flimmerhaare als die Ursachen der Wasserströmungen im Spongien-Körper nachzuweisen, obwohl er sie (nach Analogie mit den Polypen) vermuthete. (Diese „Cilien" wurden erst 25 Jahre später [1852] von DOBIE, und zwar an einem Kalkschwamme entdeckt.) Auch selbstständige Contractionen des Schwammkörpers sah GRANT nicht und stellt überhaupt die Contractilität und Irritabilität desselben in Abrede. Da die Wasserströme constant durch die mikroskopischen Hautporen in die feineren Kanäle, aus diesen in die gröberen oder in eine besondere Centralhöhle (Kloake) treten, und schliesslich durch eine oder mehrere grosse Oeffnungen (Oscula) aus dieser entleert werden, so bezeichnet er diese letzteren als Kloaken-Oeffnungen („Fecal orifices"). Wegen der characteristischen Poren nennt GRANT die Schwämme Porophora oder Porifera und trennt sie als besondere Ordnung von den übrigen Zoophyten [1]).

---

1) Dass GRANT wirklich der erste Entdecker der echten mikroskopischen Poren bei den Spongien ist, glaube ich aus seiner gesammten Darstellung mit Sicherheit entnehmen zu können. LIEBERKÜHN hat später (1859) in seinen „Neuen Beiträgen zur Anatomie der Spongien" (p. 374) behauptet, dass er selbst zuerst die mikroskopischen „Einströmungslöcher" der Spongien beschrieben und Poren genannt habe, und fügt hinzu: „Diese Poren sind etwas ganz anderes, als was GRANT so genannt hat und woraus er Veranlassung nahm, die Abtheilung der Spongiaceen mit dem Namen der Poriferen zu belegen. Eine GRANT'sche Pore ist nicht ein Einströmungsloch, sondern eine durch das Gerüste gebildete, vom Parenchym überzogene Lücke." Diese Behauptung LIEBERKÜHN's ist ganz richtig für die *Spongilla* und wohl für manche andere Kieselschwämme, bei welchen GRANT oberflächliche Gerüstlücken irrthümlich für Poren oder „Einströmungslöcher" gehalten hat. Bei den Kalkschwämmen aber, und grade bei den von GRANT am genauesten untersuchten Species derselben *(Grantia compressa* und *G. nivea)* giebt es solche Gerüstlücken gar nicht und hier war also auch eine Verwechselung derselben mit Poren gar nicht möglich. Bei diesen Kalkschwämmen, und ebenso wohl auch bei vielen anderen Spongien, hat GRANT nach meiner Ueberzeugung die echten Poren wirklich gesehen, und ich zweifle um so weniger daran, als auch seine sonstigen Beobachtungen von bewunderungswürdigem Scharfblick zeugen. Er erkannte z. B. bereits trotz der unvollkommenen Instrumente der damaligen Zeit den Central-Canal in den Kalk-Nadeln der Calcispongien, welcher schwer zu sehen ist und von den meisten folgenden Beobachtern geleugnet wurde.

Nicht minder als die Entdeckung dieses characteristischen Gefässsystems müssen wir es als ein besonderes Verdienst GRANT's hervorheben, dass er zum ersten Male die frei schwimmenden „Fortpflanzungskörper" der Spongien und die ersten Stadien ihrer Entwickelung beobachtete. Er beschreibt sie als „Ciliated Ova", als kugelige, eirunde oder länglich-runde kleine Körperchen, welche mit der Wasserströmung aus den „Fecal orifices" austreten, eine Zeitlang mittelst langer Cilien im Wasser frei umher schwimmen, dann sich festsetzen, die Wimpern abwerfen, und zu einer Spongie auswachsen. Diese Flimmerlarven *(Planulae)* waren allen früheren Beobachtern entgangen.

Das dritte grosse Verdienst GRANT's war die sorgfältige Untersuchung des Skelets der Spongien und die Entdeckung, dass dasselbe bei einem Theile der Schwämme aus hornigen Fasern, bei einem anderen Theile aus Kieselnadeln und bei einem dritten Theile aus Kalknadeln bestehe. Hiernach unterschied er (1826) zum ersten Male als drei Hauptgruppen der Schwämme:

1. Hornschwämme („with horny fibres"),
2. Kalkschwämme („with calcareous spicula"),
3. Kieselschwämme („with siliceous spicula").

Die erste Notiz über die Existenz von Kalkschwämmen lautet wörtlich: „In other sponges, as the *S. compressa, nivea, botryoides, coronata, pulverulenta*, the skeleton consists entirely of calcareous spicula, which disappear before the blow-pipe, do not scratch glass, and dissolve with effervescence in nitric, sulphuric and muriatic acids [1]."

Noch in demselben Jahre (1826) publicirte GRANT ausführlichere „Bemerkungen über die Structur einiger Kalkschwämme [2]." Hier werden im Ganzen sechs Arten unterschieden, sämmtlich britisch. Besonders sorgfältig und ausführlich werden *Spongia (Sycandra) compressa* und *S. (Leucandra) nivea* beschrieben. Namentlich die characteristische Form der Kalknadeln wird sehr genau geschildert. Kürzer ist die Beschreibung von *S. (Ascaltis) botryoides* und von *S. (Ascandra) complicata*, sowie von *S. (Leucandra) pulverulenta* und *S. (Sycandra) coronata.* Der Schlusssatz dieser Arbeit lautet: „There are thus at least six well marked species of British sponges, in which the spicula consist entirely of carbonate of lime, which forms an important character of distinction between these species and those containing a horny or a siliceous axis, and shows an approximation in this obscure genus to the more solid polypiferous corals, which, so far as I know, has hitherto escaped notice." Sowohl die Kalknadeln der Kalkschwämme, als die Kieselnadeln der Kiesel-

1) ROBERT GRANT, Observations and experiments on the structure and functions of the Sponge. (Edinburgh Philosoph. Journ. 1826. Vol. XIV, p. 336.)

2) ROBERT GRANT, Remarks on the structure of some Calcareous Sponges. (Edinburgh New Philosophical Journal, 1826. Vol. I, p. 166.)

schwämme wurden von GRANT bereits in ihrer Bedeutung für die systematische Unterscheidung der Species anerkannt und sehr genau beschrieben. Sowohl in ersteren als in letzteren erkannte er bereits den Centralcanal.

3. Untersuchungen von George Johnston.

Nächst den bahnbrechenden Arbeiten von ROBERT GRANT, welche das erste Fundament für die wissenschaftliche Spongiologie legten, ist zunächst sowohl für die Kenntniss der Schwämme im Allgemeinen, als für diejenige der Kalkschwämme im Besondern, von grosser Bedeutung das Werk eines anderen englischen Naturforschers, die 1842 erschienene „Geschichte der britischen Spongien und Lithophyten" von GEORGE JOHNSTON [1]). Dieses Buch ist der erste Versuch, die Schwämme eines begrenzten Gebietes im Zusammenhange und möglichst vollständig systematisch zu unterscheiden, und durch sorgfältige Beschreibung und Abbildung zu erläutern. Bei der chaotischen Verwirrung der älteren Literatur und Nomenclatur der Spongien verdient dieser erste ernstlichere Versuch doppelte Anerkennung. Allerdings sind die characteristischen Skelettheile der Spongien von JOHNSTON nicht bei hinreichend starker Vergrösserung untersucht und daher ihre Darstellung oft ungenügend. Im Uebrigen sind aber sowohl die Beschreibungen als die Abbildungen vortrefflich und geben den characteristischen Habitus vieler Arten ausgezeichnet wieder.

Der erste Abschnitt des JOHNSTON'schen Werkes giebt zunächst eine „allgemeine Uebersicht über Bau und Lebens-Erscheinungen der Spongien" (p. 5—22), dann eine sehr ausführliche „Geschichte der Entdeckungen über die Natur der Schwämme" (p. 23—75). Der zweite Abschnitt enthält die specielle Beschreibung der britischen Spongien (p. 77—202) [2]). Der dritte Abschnitt behandelt die britischen „Lithophyten" (Corallinaden und Nulliporiden) p. 203—242. Schliesslich folgt noch eine lateinische „Synopsis Spongiarum et Lithophytorum, quae in aquis britannicis nascuntur, cum recensionibus et characteribus emendatis" (p. 243—255).

Von den britischen Kalkschwämmen unterscheidet JOHNSTON 8 verschiedene Species (6 „tubular" und 2 „crustaceous"); er fasst diese sämmtlich in einer einzigen Gattung zusammen, welche er nach dem Vorgange von FLEMING [3]) ihrem Entdecker

1) GEORGE JOHNSTON, A History of British Sponges and Lithophytes. Edinburgh, 1842. 264 Seiten und 25 Tafeln.

2) JOHNSTON unterscheidet im Ganzen 55 britische Species von Spongien, welche er auf 9 Genera vertheilt, nämlich: 1) *Tethea* (2 Species). 2) *Geodia* (1 Species). 3) *Pachymatisma* (1 Species). 4) *Halichondria* (36 Species). 5) *Spongilla* (1 Species). 6) *Spongia* (3 Species). 7) *Dysidea* (2 Species). 8) *Halisarca* (1 Species). 9) *Grantia* (8 Species).

3) JOHN FLEMING, History of british animals. Edinburgh, 1828. p. 524: „Genus XIV: *Grantia:* Porous, the cartilaginous skeleton strengthened by calcareous spicula".

zu Ehren *Grantia* nennt. Den Character dieses Genus bestimmt er folgendermassen (p. 172): „Sponge firmish and inelastic, usually white, multiform, of a close texture but porous, and composed of calcareous spicula compacted in a gelatinous base: spicula simple and stellated: oscula always distinct. Marine." Die Spicula der Grantien sind nach JOHNSTON theils dreistrahlig, theils einfach; die ersteren umgeben hauptsächlich die Poren und Mündungen; die letzteren treten äusserlich hervor und beschützen die Poren. Wenn die Kalkerde durch Säure entfernt wird, bleibt eine gallertige Haut zurück, welche scheinbar ganz structurlos ist; es fehlt die fasrige Grundlage der meisten übrigen Spongien; das Gewebe ist ganz unelastisch, und dichter als bei letzteren. Die Grantien wachsen meist littoral, oft zwischen den Ebbe-Marken. Die Wasser-Strömung scheint im Körper langsamer als bei anderen Schwämmen zu geschehen. JOHNSTON suchte sie vergeblich zu beobachten, ebenso auch Gemmulae und Eier.

4. Untersuchungen von Bowerbank.

Dem englischen Mikroskopiker J. S. BOWERBANK gebührt jedenfalls die Anerkennung, dem Studium der Spongien mehr Zeit, Fleiss, Ausdauer und Mühe geopfert zu haben, als alle anderen Naturforscher seit den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Seit mehr als drei Decennien ist dieser unermüdliche Beobachter ununterbrochen, viele Jahre fast ausschliesslich, mit Untersuchung der Schwämme beschäftigt gewesen.

Die erste spongiologische Arbeit BOWERBANK's, welche im Jahre 1841 erschien, betraf einen australischen Hornschwamm [1]). Vier Jahre später gab er die ausführliche Beschreibung eines neuen Kalkschwammes, *Dunstervillia elegans* [2]) (= *Sycandra elegans*, H.). Weiterhin veröffentlichte derselbe von 1841—1871 eine Reihe von kleineren Arbeiten, welche grösstentheils Hornschwämme oder Kieselschwämme betreffen und daher für unsere Monographie von keiner Bedeutung sind. Als die Kalkschwämme betreffend sind jedoch zwei Aufsätze hier hervorzuheben. Der erste (1852) handelt von der Flimmerbewegung der Spongien [3]) und weist als deren Organe Zellen nach, deren jede ein langes Flimmerhaar trägt. Am deutlichsten sind dieselben bei Kalkschwämmen zu sehen und wurden vorzüglich bei *Grantia compressa* (= *Sycandra compressa*, H.) beobachtet. Der zweite Aufsatz beschreibt sehr ausführlich die Organisation eines Kalkschwammes, der *Grantia ciliata* (= *Sycandra ciliata*, H.).

---

1) J. S. BOWERBANK, Observations on a Keratose Sponge from Australia. Annals and Magazin of natural history, 1841, Vol. VII, p. 129—132; Pl. III.

2) J. S. BOWERBANK, Description of a new genus of calcareous sponge. Annals and Magazin of natural history, 1845, Vol. XV, p. 297—301; Pl. XVII.

3) J. S. BOWERBANK, On ciliary action in Spongiadae. Transactions of the microscopical society. 1852, Vol. III, p. 137—142.

Nächst der anatomischen Structur werden vorzüglich die Lebenserscheinungen beschrieben, das Oeffnen und Schliessen der Poren und Oscula, sowie die Flimmerbewegung in den Radial-Canälen[1]).

Das Hauptwerk von Bowerbank ist die umfangreiche Monographie der Britischen Spongien in zwei Octav-Bänden, von denen der erste 1864, der zweite 1866 erschien[2]). In diesem Werke, der Frucht seines vieljährigen Fleisses, hat der Verfasser fast alle Erfahrungen, die er seit 20 Jahren über die Naturgeschichte der Spongien überhaupt gesammelt hatte, niedergelegt.

Der erste Band der „British Spongiadae" (der generelle Theil) enthält „The anatomy and physiology of the Spongiadae". Ich führe das Inhaltsverzeichniss dieses Bandes hier wörtlich an, weil es in sehr characteristischer Weise Bowerbank's Auffassung und Darstellung des Schwamm-Organismus und besonders seine Methode der Anordnung und Nomenclatur darlegt.

I. Organography (p. 1—83). Spicula: Essential skeleton spicula. Auxiliary spicula. Connecting spicula. Prehensile spicula. Defensive spicula. Internal defensive spicula. Spicula of the membranes. Tension spicula. Retentive spicula. Anchorate spicula. Spicula of the sarcode. Simple stellate spicula. Compound stellate spicula. Spicula of the ovaria and gemmules. Keratode. Membranous tissues. Fibrous structures. Primitive fibrous tissues. Keratose fibrous tissues. Solid simple keratose fibre. Spiculated keratose fibre. Hetro-spiculated keratose fibre. Multi-spiculated keratose fibre. Inequi-spiculated keratose fibre. Simple fistulose keratose fibre. Compound fistulose keratose fibre. Regular arenated keratose fibre. Irregular arenated keratose fibre. Siliceous fibre. Prehensile fibre. Cellular tissue.

II. Organisation and physiology (p. 83—153). Skeleton. Sarcode. Sarcodous system. Interstitial canals and cavities. Intermarginal cavities. Dermal membrane. Pores. Oscula. Inhalation and exhalation. Nutrition. Cilia and ciliary action. Reproduction. Gemmules. External gemmulation. Propagation by sarcodous division. Growth and development of sponges.

III. Classification of the Spongiadae (p. 153—227). Generic characters of the Spongiadae. Tabular view of systematic arrangement. Order 1: Calcarea. Order 2: Silicea. Order 3: Keratosa. Discrimination of the species of the Spongiadae.

IV. Terminology, and descriptions of the illustrative Figures (p. 228—290). Die angehängten 37 lithographirten Tafeln enthalten 381 Figuren. Mehr als zwei Drittel der Tafeln und der Figuren sind bloss der Darstellung der Spicula gewidmet,

1) J. S. Bowerbank, On the organization of *Grantia ciliata*. Transactions of the microscopical society, 1859. New Series, Vol. VII, p. 79—84.

2) J. S. Bowerbank, A Monograph of the British Spongiadae. Published for the Ray Society. London. Robert Hardwicke. Vol. I, 1864. Vol. II, 1866.

welche in ihren characteristischen Formen sehr getreu wiedergegeben sind. Dagegen sind die Abbildungen der Weichtheile zum grossen Theil sehr mangelhaft und offenbar ohne Verständniss des Zeichners (W. Lens Aldous) angefertigt. Ziemlich werthlos sind namentlich die meisten histologischen Darstellungen der Weichtheile [1]).

Der zweite Band von Bowerbank's British Spongiadae (der specielle Theil) enthält auf 384 Seiten die specielle Beschreibung aller britischen Arten, 193 an Zahl. Davon kommen 12 auf die Kalkschwämme *(Calcarea)*, 170 auf die Kieselschwämme *(Silicea)*, und 11 auf die Hornschwämme *(Keratosa)*.

Eine specielle Kritik und Uebersicht des umfangreichen Bowerbank'schen Werkes liegt ausserhalb des Zweckes dieser Monographie, und würde um so weniger hier am Orte sein, als nur ein sehr kleiner Theil jenes Werkes sich speciell mit den Kalkschwämmen beschäftigt. Das hierauf Bezügliche werde ich selbstverständlich gewissenhaft berücksichtigen, mich aber bezüglich des ganzen Werkes mit wenigen kritischen Bemerkungen begnügen.

Natürlich muss ein Beobachter, welcher sich über ein Vierteljahrhundert hindurch fast ausschliesslich mit Untersuchung der Schwämme befasst hat, die ausgedehntesten Erfahrungskenntnisse auf diesem Gebiete besitzen. Indessen ist leider die Forschungs-Methode Bowerbank's so dilettantisch, sein Urtheil so einseitig und namentlich seine Darstellung so wenig durch allgemeine zoologische Orientirung geleitet, dass leider die Frucht seiner dreissigjährigen mühsamen Forschungen keineswegs dem grossen Aufwande von Fleiss und Zeit entspricht. Sämmtliche Arbeiten von Bowerbank verrathen nur zu sehr den wissenschaftlichen Dilettanten, der zwar mit wärmster Liebe zum Gegenstande und mit unermüdlicher Ausdauer seine Objecte untersucht und beschreibt, aber aus Mangel an umfassenden zoologischen Kenntnissen und aus Unbekanntschaft mit den neueren Methoden und Zielen der Wissenschaft nicht im Stande ist, sein reiches Material zu beherrschen, und sich über das Detail behufs Erreichung allgemeiner Resultate zu erheben.

Der beste, reichhaltigste und werthvollste Theil von Bowerbank's spongiologischen Arbeiten ist die sehr genaue und sorgfältige mikroskopische Analyse der Skeletttheile, der Kalknadeln bei den „*Calcarea*", der Kiesel-Spicula bei den „*Silicea*" und der Hornfasern bei den „*Keratosa*". Auf die hohe Bedeutung, welche

---

1) Der Inhalt des ersten Bandes von Bowerbank's „British Spongiadae" findet sich grösstentheils bereits einige Jahre früher in den „Philosophical Transactions" veröffentlicht, nämlich im Jahrgang 1858 (Vol. 148, Part II; pag. 279—332, Plate XXIII—XXVI), und ferner im Jahrgang 1862 (Vol. 152, Part II; pag. 747—836, und pag. 1087—1135; Plate XXVII—XXXVIII und LXXII—LXXIV). Ebenso wie der Text dieser Abhandlungen wörtlich mit demjenigen des ersten Bandes der „British Spongiadae" übereinstimmt, so sind auch die Abbildungen dieselben. Ich werde bei meinen Citaten der Einfachheit halber mich stets nur auf die British Spongiadae („Brit. Spong."), niemals auf die getrennten Abhandlungen in den Philosophical Transactions beziehen.

diese Hartgebilde nicht allein für die gesammte Morphologie der Spongien, sondern namentlich auch für die Classification und speciell für die Unterscheidung der Arten besitzen, hat er mit Recht das grösste Gewicht gelegt. Sehr zu bedauern ist hierbei aber, dass er nur sehr wenig Messungen angestellt hat; und doch ist die genaue Mikrometrie der Skelettheile grade für die genauere Species-Unterscheidung von der grössten Wichtigkeit. Die höchst schwerfällige und gekünstelte Terminologie, welche er für die Bezeichnung der Spicula-Formen einführt, ist für den practischen Gebrauch ganz untauglich. Von den 246 Nadelformen ist die Bezeichnung der grossen Mehrzahl, wie O. SCHMIDT richtig bemerkt, „für das Verständniss zu kurz, für den Gebrauch zu lang". Viele Namen sind aus 3 — 6 Worten und 10—30 Sylben zusammengesetzt! [1])

Die schwächste Seite von BOWERBANK's Arbeiten ist der Mangel an histologischen Kenntnissen, der bei der schwierigen Untersuchung der Spongien besonders in's Gewicht fällt. Vom eigentlichen Wesen der organischen Zelle, von ihrer Bedeutung als „Elementar-Organismus" oder als „Individuum erster Ordnung", die gerade bei den Schwämmen sehr hervortritt, hat er keine Vorstellung. Daher bleibt ihm auch das Verhältniss des Skelets zu den Weichtheilen, das Wesen der elementaren physiologischen Vorgänge u. s. w. sehr unklar.

Nicht viel besser als mit dem histologischen steht es mit dem organologischen Verständniss BOWERBANK's und mit seiner Deutung der bezüglichen Beobachtungen. Dasjenige Organ-System, welches bei den Schwämmen morphologisch und physiologisch die grösste Rolle spielt, ja eigentlich das einzige differenzirte Organsystem, welches diese Thiere (ausser dem Skelet) überhaupt besitzen, ist das Gefässsystem. Grade über dieses macht sich aber BOWERBANK zum Theil die wunderlichsten und unrichtigsten Vorstellungen. Als Typus der Spongie stellt er sich einen rundlichen Körper mit einer centralen Höhle (Kloake) vor, aus deren Oeffnung das Wasser ausströmt. Die Wand dieser Höhle ist von einem einführenden (incurrent) und einem ausführenden (excurrent) Gefässsystem durchzogen, welche sich zu einander verhalten wie Arterien und Venen des Wirbelthierkörpers. Die einführenden Kanäle, den Arterien entsprechend, entspringen mit weiten Mündungen aus grossen, unmittelbar unter der „Dermal-Membran" gelegenen Höhlungen („Intermarginal cavities"), verästeln sich nach innen hin und lösen sich in ein feines capillares Gefässnetz auf, aus welchem die ausführenden Kanäle, Venen entsprechend, entspringen. Diese fliessen wieder in grössere Kanäle zusammen, welche sich durch die „Oscula" öffnen.

Dieses Schema passt nun auf die grosse Mehrzahl der Schwämme gar nicht, und am allerwenigsten auf die verschiedenen Kalkschwämme. Indem BOWERBANK

1) Als Beispiele führe ich an: 65. „Inflato-fusiformi-acerate-ascendingly-hemispinous Spicula. 89. Spiculated-cylindro-equiangular-triradiate-verticillately-spined Spicula." Wer soll 246 solcher und ähnlicher Namen im Kopfe behalten?

dasselbe auf die letzteren anzuwenden versucht, gelangt er zu den unglücklichsten Vergleichungen. So hält er z. B. die Radial-Tuben der Syconen für Homologa der „Intermarginal-Höhlungen“, welche sich auf Kosten aller übrigen Theile des Gefäss-systems colossal entwickelt haben; die Rudimente der letzteren sollen die „shallow cavities“ sein, in denen sich die Gastral-Ostien der Tuben öffnen; diese Gastral-Ostien selbst werden für die Oscula erklärt, während das Osculum selbst „Mouth of cloaca“ heisst u. s. w. Auch sonst ist die Deutung der Theile oft sehr willkührlich, und meist ohne morphologische Orientirung. Der gröbste Irrthum, in welchen Bowerbank bei seinen anatomisch-physiologischen Deutungen gefallen ist, dürfte wohl der sein, dass er bei den Rindenschwämmen (*Geodia, Pachymatisma* etc.) die Kieselkugeln für Eierstöcke erklärt!

Die Entwickelungsgeschichte ist fast nirgends berücksichtigt. Die Beziehungen der Schwämme zu anderen Organismen werden fast ganz ignorirt. Auch die Beziehungen der verschiedenen Spongien-Gruppen zu einander werden nicht erörtert. Wo aber Bowerbank sich bisweilen zu Vergleichungen versteigt, da fallen sie höchst unglücklich aus. Auch das specielle System ist in Folge dessen sehr unvollkommen. Die verschiedensten Formen sind oft künstlich zusammengestellt und die natürlich zusammenhängenden auseinander gerissen. Trotz dieser grossen und zahlreichen Mängel bleibt Bowerbank's Monographie der Britischen Spongiaden ein werthvolles descriptives Werk, und der grosse Fleiss, die ungemeine Sorgfalt, mit welcher namentlich alle einzelnen Skelettheile beschrieben sind, verdient alle Anerkennung.

5. Untersuchungen von Lieberkühn.

Die nächsten sorgfältigen und ausführlichen Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwickelung der Schwämme, welche die Angaben Grant's in den wesentlichsten Punkten bestätigten, in anderen vielfach erweiterten, wurden (fast dreissig Jahre nach Grant's Publicationen) gleichzeitig von Lieberkühn in Berlin und von Carter in Bombay veröffentlicht. Beide Forscher gingen von dem Studium des Süsswasserschwammes (*Spongilla*) aus. Beide arbeiteten unabhängig von einander und kamen theils zu denselben, theils zu sehr verschiedenen Resultaten. Die ersten Publicationen Carter's beginnen allerdings schon 1847, diejenigen von Lieberkühn erst 1856. Allein die früheren Mittheilungen Carter's (wie theilweise auch die späteren) sind sehr ungenau, und namentlich ohne jedes Verständniss der Zellentheorie angestellt, während die Arbeiten Lieberkühn's viel sorgfältiger und namentlich in histologischer Beziehung viel brauchbarer sind. Ausserdem hat auch dieser letztere schon 1857 Beobachtungen über andere Spongien und namentlich 1859 werthvolle Untersuchungen über Spongien der verschiedensten Gruppen (Halisarken, Hornschwämme, Kalkschwämme und Kieselschwämme) mitgetheilt; endlich

1865 wichtige „Beiträge zur Anatomie der Kalkspongien" geliefert. Carter dagegen hat sich über 20 Jahre hindurch bloss auf das exclusive Studium der *Spongilla* beschränkt und ist dadurch vielfach zu sehr irrigen Ansichten über den Bau der Spongien überhaupt gelangt, wesshalb wir seine Arbeiten erst später anführen.

Die ersten Mittheilungen Lieberkühn's (von 1856) beziehen sich vorzugsweise auf die Entwickelungsgeschichte der Spongillen, erläutern jedoch auch mehrfach ihren anatomischen Bau. Insbesondere sind hier die ersten zuverlässigen Angaben über die sexuelle Differenzirung der Spongien, über die Eier und Spermatozoiden, zu finden. Die Spongillen entwickeln sich theils aus „bewimperten Embryonen, welche aus Keimkörner-Conglomeraten hervorgehen", theils durch Vermittelung eigenthümlicher „Cysten oder Gehäuse, der Gemmulae" [1]).

Im folgenden Jahre (1857) publicirte Lieberkühn „Beiträge zur Anatomie der Spongien" [2]), in welchen zunächst der feinere Bau der *Spongilla* näher erörtert und

---

1) N. Lieberkühn, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Spongillen (Archiv für Anatomie und Physiologie, 1856; p. 1—19; p. 399—414; p. 496—514; Taf. XV und Taf. XVIII, Fig. 8, 9). Lieberkühn fasst die Resultate dieser Untersuchungen in folgenden Worten zusammen: „Die Embryonen der Spongillen sind mit einem Wimperepithelium auf ihrer ganzen Oberfläche bedeckt. Diese Embryonen gehen aus den sogenannten Keimkörnerconglomeraten hervor. Wenn die bewimperten Embryonen sich festsetzen, nehmen sie die Gestalt der ausgebildeten Spongille an. Die contractilen Zellen der letzteren bilden sich nach dem Zerfall der Keimkörner theils schon in dem bewimperten Embryo, theils erst nach dem Verschwinden der Wimpern. Es ist dies eine sogenannte Generatio aequivoca der Zellen oder eine extracellulare Zellenbildung. Die Kieselnadeln entstehen innerhalb der Zellen. Das hornartige Gewebe der Gerüste und der Gemmulaschalen ist ein Ausscheidungsproduct der Zellen. Die junge Spongilla erhält bald nach der Festsetzung des Embryo einen röhrenförmigen Fortsatz mit einer verschliessbaren Oeffnung, aus welcher in einem Flüssigkeitsstrome feste Substanzen ausgeworfen werden. Ausserdem findet sich mindestens eine Stelle, durch welche fremde Substanzen zeitweise aufgenommen werden; im Uebrigen ist der Körper der jungen Spongille überall geschlossen. In den ausgebildeten Spongillen kommen Wimperzellen vor. Die Nadelgerüste sind kein inneres Skelet der Spongille, sondern ein Gerüst, welches sie unter Umständen verlassen kann; letzteres findet häufig statt, bevor die Spongille abstirbt, ferner bei der Bildung der Gemmulae. Die Gemmulae sind keine Eier, sondern eine Art von Cysten oder Gehäusen, aus denen dieselben Wesen durch den Porus wieder auskriechen, welche sie gebildet haben. Sogleich nach dem Auskriechen und auch unmittelbar vor demselben findet Zellentheilung und Bildung neuer Nadeln statt. Die ausgekrochenen Spongillen bekommen später röhrenförmige Fortsätze. Entweder setzen sie sich nach dem Auskriechen auf dem Gerüst fest, in welchem die sie einschliessenden Gemmulae steckten, und leben alsdann in Colonien auf demselben, oder es baut sich ein jedes Exemplar auf demselben ein neues Gerüst, wenn die Gemmula beim Auskriechen ihres Bewohners sich nicht mehr auf einem Gerüst befand. Die als Eier betrachteten Körperchen der Spongillen haben neben Keimkörnern eine Keimblase und einen Keimfleck, welche sich in den gewöhnlichen Keimkörnerconglomeraten nicht vorfinden. Die als Spermatozoiden angesehenen Gebilde entwickeln sich in unbeweglichen Kapseln und weichen in ihren Haupteigenschaften nicht von den Spermatozoiden vieler Thiere ab."

2) Lieberkühn, Beiträge zur Anatomie der Spongien. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1857, p. 376—403; Taf. XV.

dann die wesentliche Uebereinstimmung desselben mit dem Bau eines marinen Kieselschwammes nachgewiesen wird. Letztere ist die *Spongia limbata*, JOHNSTON (= *Chalina limbata*, BOWERBANK). Von der *Spongilla* beschreibt LIEBERKÜHN zunächst die äussere Haut, d. h. die Dermal-Membran, welche gleich dem grössten Theile des übrigen Körpers aus amoeboiden Zellen (den specifischen Schwamm-Zellen) besteht, und unter welcher sich bei den Süsswasserschwämmen sehr ausgedehnte subdermale Hohlräume finden (die „Intermarginal-Cavities" von BOWERBANK). Die ganze äussere Haut ist von zahllosen Poren durchbrochen, welche in sehr wechselnder Zahl und Grösse vorkommen, entstehen und vergehen, und oft sämmtlich geschlossen werden können. Das Wasser tritt durch die Poren zunächst in die weiten subdermalen Hohlräume und von da in die engsten Verästelungen des Kanalsystems, welche nach innen hin zu immer grösseren Kanälen zusammenfliessen, und mit den überall zerstreuten kugeligen „Wimper-Apparaten" zusammenhängen. In diesen Höhlungen sitzen die Wimperzellen, mit je einer langen Cilie, durch deren Schwingungen der Wasserstrom erzeugt wird. Schliesslich tritt das Wasser durch eine oder mehrere grosse dünnhäutige Ausflussröhren aus, welche sich gleich den Poren öffnen und schliessen können. Durch diese Röhren werden mit dem Wasser auch die „Fortpflanzungskörper" entleert, „bewimperte rundliche Embryonen", welche aus befruchteten Eiern („Keimkörner-Conglomeraten") entstehen. Die Befruchtung geschieht durch Zoospermien, welche den Wimperzellen ähnlich, aber viel kleiner sind. Ausserdem werden noch die Bewegungserscheinungen der Zellen und des ganzen Körpers beschrieben, und der Verschmelzungs-Process, wenn mehrere getrennte Spongillen oder Stücke von solchen zusammenwachsen.

Ueber eine grössere Anzahl der verschiedensten Spongien erstrecken sich die Untersuchungen, welche LIEBERKÜHN später theils in Helgoland, theils in Triest anstellte und 1859 publicirte[1]). Hier wird zunächst ein Gallertschwamm *(Halisarca)*, dann mehrere Hornschwämme bezüglich ihres anatomischen Baues genau beschrieben, ferner einige Kalkschwämme und eine grössere Anzahl von Kieselschwämmen. Von den Kalkschwämmen untersuchte er zwei Gattungen: *Grantia* (= *Ascandra*, H.) und *Sycon* (= *Sycandra*, H.) (l. c. p. 371—382). Von *Sycandra ciliata*, H. aus Helgoland und von *S. raphanus*, H. aus Triest (welche beiden Arten LIEBERKÜHN als *Sycon ciliatum* zusammenfasst), beschreibt er den Magen (die „innere grosse Höhle"), die Mundöffnung („Ausflussöffnung"), die Radial-Tuben („Wimperapparate") und den Bau des Skelets, ferner die Eier und die Embryonen.

Bei *Ascandra complicata*, H. von Helgoland und *Ascandra Lieberkühnii*, H. von Triest (welche LIEBERKÜHN als *Grantia botryoides* zusammenfasst), schildert er

1) LIEBERKÜHN, Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1859, p. 353—382 und 515—529; Taf. IX, X, XI.

den „mannichfaltig verästelten Körper“ als „dünnwandigen Hohlcylinder“, dessen Aeste am obern Ende Ausströmungsöffnungen tragen. „An der Wand desselben unterscheidet man eine äussere Haut, welche keine deutlichen Zellengrenzen erkennen lässt und hin und wieder mit kleinen Löchern versehen ist. Letztere führen in einen Hohlraum, der sich durch die ganze Wand erstreckt. Die nach innen sehende Grenze der Wand wird durch eine Lage sehr bestimmt gegen einander abgegrenzter kleiner Zellen gebildet.“ Ferner fand er „bei Zerreissung des lebenden Körpers grosse Stücke zusammenhängender Wimperzellen, ausserdem auch die gewöhnlichen beweglichen Parenchym-Stücke.“

Viel umfassender und eingehender sind die anatomischen Angaben, welche LIEBERKÜHN 6 Jahre später (1865) über den Bau der Kalkschwämme mittheilt[1]). Die *Ascandra (Grantia)* besteht danach „aus einem Netzwerk verzweigter cylindrischer Röhren, deren Wandungen aus zwei Schichten von Geweben zusammengesetzt sind, nämlich aus einer Schicht contractilen Parenchyms und aus einer Lage von Wimperzellen, welche die Innenfläche des contractilen Gewebes bedecken. Die Einströmungslöcher sind mikroskopisch und durchbrechen an den verschiedensten Stellen die Wand des Hohlcylinders. Sie führen direct in die Hohlcylinder das Wasser ein, und an offenen Enden der vielen Hervorragungen strömt es wieder aus“ (l. c. p. 734). Das Resultat dieser Untersuchungen fasst LIEBERKÜHN in folgenden Sätzen zusammen (l. c. p. 738): „Man muss sich vorstellen, dass die Grantien aus einem Substrat, der Gallert- oder contractilen Substanz bestehen, das eine freie Aussen- und eine mit Wimperepithel besetzte Innenfläche besitzt. An allen Theilen des Schwammkörpers kommt die contractile Substanz vor, das Wimperepithel kann dagegen stellenweise fehlen; Wimpervorrichtungen ohne contractiles Substrat existiren nicht. Contractiles Parenchym ohne Wimperbesatz bildet bei den Grantien die Umgebung der Ausströmungsöffnungen an den freien Enden der Cylinder, und auch sonst kommen an der Körperwandung in dem Umfang der Einströmungsöffnungen kleine Strecken ohne Wimperbelag vor. Die Anordnung der Nadeln macht keine Schwierigkeit: sie stecken theilweise im contractilen Parenchym fest, welches Scheiden um sie herum bilden kann, theilweise ragen sie über die Aussenfläche des Körpers frei hervor, theilweise geschieht das auch in die mit Wimpern besetzte Körperhöhle hinein, ja selbst die contractile Substanz kann die die Wimperzellenlage durchbrechenden und in die Höhle hineinsehenden Nadelstücke noch überziehen.“

Die Resultate seiner Untersuchung der S y c o n e n fasste LIEBERKÜHN (l. c. p. 747) in den Worten zusammen: „Die Syconen bilden einen spindelförmigen oder cylindrischen Sack, dessen Wandungen nach aussen ausgestülpt sind zu nahezu kegelförmigen

---

1) N. LIEBERKÜHN, Beiträge zur Anatomie der Kalkspongien. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1865; p. 732– 748. Taf. XIX.

Hervortreibungen. Diese bestehen wie die Wandungen der Grantien aus einem Substrat von contractiler Substanz und aus dem Wimperepithel, das die Innenfläche der Hohlkegel auskleidet. Die Hohlkegel sind an ihren frei hervorragenden Theilen mit den Einströmungsöffnungen versehen; wo sie zu der gemeinsamen Körperhöhle mit ihren Basen zusammenstossen, sind die Ausmündungsstellen der Wimperhöhlen in die gemeinsame Körperhöhle, welche am oberen Ende die Ausströmungsöffnung des ganzen Schwammes trägt. Diese Wimperapparate treten zuerst als Zellenanhäufungen in der glatten Wand des Körpers auf, welche sich allmählich ausbuchtet und so zu der Wimperhöhle auswächst."

6. Untersuchungen von Oscar Schmidt.

Die spongiologischen Arbeiten von Oscar Schmidt, welche vor mehr als zehn Jahren begonnen und seitdem mit wachsendem Erfolge bis zur Gegenwart fortgesetzt wurden, können in mehrfacher, namentlich in morphologischer und systematischer Beziehung, als die wichtigsten Forschungen bezeichnet werden, welche bis jetzt über die Naturgeschichte der Schwämme veröffentlicht wurden. Ohne gegen seine verdienstvollen Vorgänger Grant und Johnston, Bowerbank und Lieberkühn ungerecht zu sein, können wir Oscar Schmidt's Arbeiten schon desshalb als die werthvollste Bereicherung der Spongien-Literatur bezeichnen, weil er bestrebt war, das ganze Erscheinungsgebiet dieser Thierklasse im Zusammenhange zu beherrschen, auf vergleichend-anatomischem Wege Licht in das Chaos ihrer mannichfaltigen Formen-Masse zu bringen, und durch Anwendung der Descendenz-Theorie zu ihrem wahren Verständniss zu gelangen. Die Untersuchungen von Schmidt sind in mehreren kleineren und fünf grösseren Arbeiten niedergelegt, welche von 1862—1870 in Zeiträumen von je zwei zu zwei Jahren erschienen.

Die erste Anregung zu seinen Spongien-Untersuchungen erhielt Oscar Schmidt durch den höchst unvollkommenen Zustand der systematischen Literatur in dieser Thierklasse. Noch vor 12 Jahren war die Species-Kenntniss der Spongien, und namentlich der mittelländischen, so mangelhaft, „dass die gemeinsten der venetianischen und triestiner Arten nach den vorhandenen Werken nicht zu bestimmen waren. Was für andere Gruppen der niederen Organismen zum Theil schon im vorigen Jahrhundert geschehen, Feststellung der hauptsächlichsten Arten, das fehlte für die Spongien." Schmidt war daher nicht im Stande, auch nur die häufigsten der zahlreichen Schwamm-Arten, welche er bei wiederholten Besuchen des adriatischen Meeres erhalten hatte, zu bestimmen, und begab sich im Herbst 1861 nach Dalmatien, um an Ort und Stelle umfassend und genau die adriatische Spongien-Fauna kennen zu lernen. Hier sammelte und beobachtete er zuerst bei Zara und Sebenico, auf der Rückreise auch bei Triest und Venedig. Die hier gesammelten Erfahrungen sind niedergelegt

in einem Werke, welches die erste sichere Grundlage für die Kenntniss der Mittelmeer-Spongien bildete [1]). Dasselbe enthält: 1. Historische Erläuterungen, betreffend einige frühere Arbeiten über die Schwämme des adriatischen Meeres; 2. allgemeine Bemerkungen über die Kalk- und Kieselgebilde, und 3. über die Vertheilung der Arten im Beobachtungs-Gebiete. Dann folgt (p. 13—79) die systematische Beschreibung von 115 Species (darunter 95 neue), welche auf 29 Genera und 6 Familien vertheilt werden (1. Calcispongiae, 2. Ceraospongiae, 3. Gummineae, 4. Corticatae, 5. Halichondriae und 6. Halisarcinae). Die Kalkschwämme characterisirt SCHMIDT als „Spongiae parvae, plerumque albicantes, corpore spiculis calcareis pertexto“, unterscheidet davon 5 Genera mit 11 Arten, und bemerkt dazu: „Die Kalkschwämme bilden eine kleine, aber bestimmt abgegrenzte Familie, deren Arten sich durch das Vorhandensein von Kalknadeln auszeichnen. Unter letzteren walten solche mit drei, ziemlich in einer Ebene liegenden oder eine stumpfe Pyramide bildenden Strahlen vor. Ihr Vorkommen ist an keine bestimmte Tiefe gebunden. Doch gehören die meisten der Litoralzone an.“

Zwei Jahre später veröffentlichte OSCAR SCHMIDT eine zweite Abhandlung, deren grösster Theil der Histologie der Spongien gewidmet ist [2]). Dieselbe beschreibt und erläutert ausführlich: 1. die Sarcode als wesentlichen Bestandtheil des Schwammkörpers; 2. die Körnchen und Körnchen-Conglomerate; 3. Isolirte Sarcode-Theile, echte Zellen, Wimperkörbe; 4. die Fasern und Fibrillen der Hornspongien; 5. Uebereinstimmung der Ergebnisse mit MAX SCHULTZE's Protoplasma-Theorie; 6. die systematische Stellung der Spongien. Dann folgen als zweiter Abschnitt systematische Ergänzungen und Beschreibung neuer Arten aus dem Adriatischen Meere; unter letzteren drei neue Kalkschwämme.

Die histologischen Untersuchungen beziehen sich grösstentheils auf Hornschwämme, nächstdem auch auf Kieselschwämme; Kalkschwämme wurden nicht untersucht. Vorzugsweise erörtert SCHMIDT die Sarcode-Frage und sucht den Nachweis zu führen, dass der grösste Theil des Körpers bei allen Schwämmen nicht aus persistirenden Zellen, sondern aus Sarcode oder aus freiem Protoplasma, mit oder ohne eingestreute Kerne, bestehe. Er läugnet überhaupt die Existenz der „vorzugsweise so genannten Schwammzellen der Autoren, sofern sie die Grundmasse des Schwammes bilden sollen“. Die Hornfasern der Hornschwämme lässt er direct aus erhärteten Sarcode-Strängen entstehen. SCHMIDT constatirt ferner, dass die Schwämme aus einfachen Eizellen sich entwickeln, und dass aus diesen zunächst vielzellige bewimperte Embryonen

---

1) OSCAR SCHMIDT, Die Spongien des adriatischen Meeres (Leipzig 1862; 88 S. 4° und sieben Kupfertafeln). Ich werde dieses Hauptwerk kurz unter der Bezeichnung „Adriat. Spong.“ citiren.

2) OSCAR SCHMIDT, Supplement der Spongien des adriatischen Meeres, enthaltend die Histologie und systematische Ergänzungen (Leipzig 1864; 48 Seiten 4° und 4 Tafeln). Ich werde diese Schrift stets als „Adriat. Spong. I. Supplem.“ citiren.

hervorgehen. Diese bleiben theilweise selbstständig (Wimperzellen, Eier), theilweise verschmelzen sie mit einander zur Bildung der Sarcode. Schmidt vergleicht in dieser Beziehung die Spongien mit den Radiolarien, bei denen nach meinen Untersuchungen (Monographie der Radiolarien. Berlin 1862) ebenfalls ein Theil des Körpers aus selbstständig bleibenden, ein Theil aus verschmolzenen Zellen besteht. Diese Auffassung der Spongien-Histologie ist speciell für die Kalkschwämme vollkommen richtig, wie ich nachher im Einzelnen zeigen werde. Ausgehend von jenem Vergleich mit den Radiolarien stellt Schmidt die Schwämme mit diesen zusammen zu den Rhizopoden und gruppirt die Klassen der Protozoen (abgesehen von den Gregarinen) folgendermassen: I. Protozoen mit Pseudopodien: 1. Acyttarien, 2. Radiolarien. II. Protozoen ohne Pseudopodien: 3. Spongien, 4. Infusorien.

Der wichtigste Theil dieser Arbeit (des I. Supplements) ist die Bestimmung des Individualitäts-Begriffes der Spongien, welche Schmidt in den Worten zusammenfasst: „Der eine Theil der Spongien ist als Einzel-Individuen, der andere als Stöcke aufzufassen. Diejenigen Schwämme, welche regelmässig nur eine Ausströmungs-Oeffnung besitzen, sind Einzel-Individuen (Sycon, Caminus). Die Concentrirung der Lebens-Erscheinungen dieser Spongien spricht sich also darin aus, dass das Wassergefäss-system, diese für den Spongien-Typus jedenfalls fundamental wichtige Einrichtung, ein einheitliches ist. Die Spongien mit mehreren oder vielen Ausströmungs-Oeffnungen sind dagegen Thiercolonien.“ Mit dieser Auffassung war zum ersten Male das persönliche Individuum der Spongien annähernd richtig aufgefasst.

Abermals zwei Jahre später publicirte Oscar Schmidt eine dritte Abhandlung [1]), deren Hauptaufgabe die Zusammenstellung, Kritik und Reduction der Benennungen war, welche Schmidt und Bowerbank unabhängig von einander für die Spongien-Genera in das System eingeführt hatten. Es waren nämlich die systematischen Haupt-Arbeiten dieser beiden Forscher, welche das ganze System der Spongien auf neuer Grundlage aufbauen sollten, in einem und demselben Jahre, 1862, erschienen, und keiner von Beiden hatte von der gleichzeitigen Arbeit des anderen Kenntniss gehabt. Bowerbank hatte seine britischen Spongien nach anderen Principien untersucht, mit anderen Namen benannt, und nach anderen Gesichtspunkten classificirt, als Schmidt seine adriatischen Schwämme. So erscheinen denn in diesen beiden wichtigen, gleichzeitig erschienenen Werken die beiden Faunen, britische und adriatische, einander völlig fremd. Wie Schmidt selbst richtig bemerkt, „würde die heilloseste Verwirrung eintreten, wollte man auf diesen Beschreibungen fortbauen, ehe eine Vergleichung und Auseinandersetzung stattgefunden. Dieselbe hat aber nicht bloss, so zu sagen, ein philologisches und literarisches Interesse; sie ist an sich für

1) Oscar Schmidt, Zweites Supplement der Spongien des adriatischen Meeres; enthaltend die Vergleichung der adriatischen und britischen Spongien-Gattungen (Leipzig 1866; 23 Seiten 4⁰ mit einer Tafel). Ich werde diese Schrift stets als „Adriat. Spong. II. Supplem.“ citiren.

die Spongiologie von grösster Wichtigkeit." SCHMIDT unterzog sich dieser sehr mühsamen, aber unentbehrlichen Redaction, indem er nach England reiste und dort BOWERBANK's reiches Material an Ort und Stelle einer sorgfältigen Durchsicht und Vergleichung unterwarf. Die Resultate derselben sind in dem „zweiten Supplement" zusammengefasst, in welchem ausserdem auch noch einige andere, inzwischen erschienene spongiologische Arbeiten, namentlich von KÖLLIKER und LIEBERKÜHN, eine kritische Erörterung finden.

Der erste Abschnitt des II. Supplements behandelt die „Morphologischen Differenzen" in der Auffassung des Spongien-Organismus und vorzüglich seines Canalsystems bei SCHMIDT und bei BOWERBANK. Insbesondere greift SCHMIDT die „Intermarginal-Cavities" an, welche BOWERBANK bei den Rindenschwämmen (*Geodia, Pachymatisma* etc.) beschrieben und irrthümlicherweise mit den Radial-Tuben der Syconen in Homologie gestellt hatte, indem er die Gastral-Ostien der letzteren für die „Oscula" erklärte. Diese ebenso gezwungene als undurchführbare Homologie wird widerlegt und gezeigt, dass vielmehr der ganze Körper der unverästelten Syconen ein einziges Individuum mit einem Osculum repräsentirt.

Der zweite Abschnitt des II. Supplements erörtert die „Generischen Charactere" und die Principien, nach denen die Gattungs-Begriffe von beiden Autoren aufgefasst sind. SCHMIDT zeigt, dass BOWERBANK dabei viel zu einseitig das Hauptgewicht auf die Lagerung der Skelettheile gelegt und die wichtigere Form derselben zu wenig berücksichtigt habe. Letztere ist aber gerade an erster Stelle zu verwerthen.

Der dritte Abschnitt enthält die specielle „Kritik und Synonymie der Gattungen" und versucht die britischen und adriatischen Genera im Einzelnen zu reduciren. Für uns sind hiervon nur die ersten beiden Seiten (p. 7, 8) von Interesse, welche die Kalkspongien behandeln. Die Zusammenstellung ergiebt: 1. *Grantia*, BOWERBANK = *Sycon, Dunstervillia, Ute*, SCHMIDT. 2. *Leucosolenia*, BOWERBANK = *Nardoa, Grantia*, SCHMIDT. 3. *Leuconia*, BOWERBANK = *Grantia*, SCHMIDT. 4. *Leucogypsia*, BOWERBANK ist von *Leuconia* desselben Autors gar nicht wesentlich verschieden, wie SCHMIDT mit Recht hervorhebt.

Wiederum zwei Jahre später erschien eine dritte Abhandlung OSCAR SCHMIDT's, welche die Kenntniss der Spongien-Fauna des Mittelmeeres wesentlich erweiterte und abrundete, hauptsächlich aber durch ihre genealogische Auffassung des Spongien-Systems wichtig ist[1]). Sie enthält im ersten Abschnitte (p. 1—23) die „Specielle Beschreibung der Spongien der Küste von Algier", welche grösstentheils von LACAZE-DUTHIERS bei der „Exploration scientifique de l'Algérie" gesammelt worden waren. Es sind im Ganzen 77 Arten, unter denen sich auffallender Weise nicht ein einziger

1) OSCAR SCHMIDT, Die Spongien der Küste von Algier, mit Nachträgen zu den Spongien des adriatischen Meeres (Drittes Supplement. Leipzig 1868; 44 Seiten mit 5 Tafeln). Ich werde diese Schrift als „Algier. Spong." oder als „Adriat. Spong. III. Supplem." citiren.

Kalkschwamm befindet. Der zweite Abschnitt (p. 24—32) bringt „Ergänzungen zur Spongien-Fauna des adriatischen Meeres und Beschreibung der bei Cette beobachteten Arten". Es wird darin ein neuer adriatischer Kalkschwamm, *Syconella quadrangulata*, beschrieben (= *Sycortis quadrangulata*, H.), als Repräsentant eines neuen Genus, welches sich durch ein „Osculum ohne Strahlenkrone, aber am Ende eines dünnhäutigen, schornsteinartigen Aufsatzes" auszeichnet und von den nächstverwandten Gattungen *Sycon*, *Dunsterrillia*, *Ute* unterscheidet. Unter den „Spongien aus den Umgebungen von Cette" werden drei Arten Kalkschwämme erwähnt, darunter als neue Species *Ute viridis*.

Der dritte Abschnitt (p. 33—41) ist der wichtigste Theil dieser Arbeit und erläutert „die Verwandtschaftsverhältnisse der mittelmeerisch-adriatischen Spongien". Dieser Abschnitt ist desshalb von Bedeutung, weil darin zum ersten Male die Naturgeschichte der Schwämme im Lichte der Descendenz-Theorie betrachtet und dadurch plötzlich das tiefe Dunkel erhellt wird, welches bisher dieses wenig erforschte Gebiet verhüllte. Während Schmidt sich anfänglich gegen die Descendenz-Theorie ablehnend oder doch kühl, dann schwankend und zweifelnd verhalten hatte, ist er jetzt durch seine 8 Jahre hindurch fortgesetzten sorgfältigen Schwamm-Studien bereits zu einem entschiedenen Anhänger des Darwinismus geworden, und weist nach, wie sich die ausserordentlich verwickelten Verwandtschafts-Verhältnisse der mittelmeerisch-adriatischen Spongien-Gattungen eben nur durch die Abstammungslehre überhaupt begreifen und erklären lassen. Der auf S. 35 mitgetheilte Stammbaum erläutert dies mit einem Blick. Was die Kalkspongien betrifft, so werden dieselben darin allen übrigen Schwämmen als eine eigenthümliche Gruppe gegenüber gestellt und in zwei Abtheilungen gebracht: Sociales (*Leucosolenia*, *Clathrina*, *Nardoa*, *Leuconia*, *Sycinula*) und Solitariae (*Ute*, *Dunsterrillia*, *Sycon*, *Syconella*). „Die Calcispongien stehen eben so isolirt, so zahlreich die Fäden, welche die anderen Spongien mit einander verbinden." Den Kalkschwämmen gegenüber stehen alle übrigen Schwämme, welche von der gemeinsamen Grundform der Halisarcinen abzuleiten sind, „die das Schema der Spongien in einfachster Weise realisiren". Von den Halisarcinen aus entwickeln sich nach der einen Richtung hin die Gummineen und Corticaten; nach der anderen Richtung hin die Ceraospongien und Chalineen, aus diesen die Compagineen und Fibrineen. Namentlich unter den Fibrineen (*Scopalina*, *Desmacidon*) findet Schmidt „eine Reihe sogenannter Arten in einem Zustande der Unsicherheit und Veränderlichkeit, welcher sie theils als verkümmernde, theils als werdende Arten characterisirt, und wodurch sie für die Descendenztheorie und die genealogische Systematik von höchstem Interesse werden." Auch liefern sie „klare Beispiele, wie durch Accommodation eine Gattung in eine andere umgewandelt ist".

Die fünfte und letzte grössere Spongien-Arbeit von Oscar Schmidt, welche abermals zwei Jahre später erschien, ist unter allen seinen Abhandlungen die lehrreichste

und wichtigste, einestheils weil sie das bisher ausschliesslich untersuchte engere Spongien-Gebiet des Mittelmeeres verlässt, „die Säulen des Hercules überschreitet" und das viel weitere atlantische Gebiet mit einem weit reicheren Materiale umfasst; anderntheils weil der Verfasser inzwischen seine morphologischen Anschauungen zu voller Reife entwickelt und in den letzten Jahren bezüglich der wichtigsten Probleme unter dem befruchtenden Einflusse des „Darwinismus" völlig reformirt hatte [1]). Man kann dieses Werk auch als den ersten Versuch zu einer wahren „vergleichenden Anatomie der Spongien" betrachten, insofern darin die höchst mannichfaltigen Formen der Schwämme, namentlich auch ihrer mikroskopischen Skelettheile, zum ersten Male auf einfache Grundformen zurückgeführt, für die Erkenntniss der Stammes-Verwandtschaft im weitesten Umfange benützt und also phylogenetisch verwerthet werden. Obgleich Schmidt hierzu schon in den „Spongien von Algier" den Anfang gemacht und auch daselbst bereits seine völlige Bekehrung zum Darwinismus offen ausgesprochen hatte, ist dennoch die Frucht derselben, das dadurch erzeugte wahre Verständniss der Formen erst in den Grundzügen der atlantischen Spongien-Fauna völlig sichtbar. Dieses Werk wird für alle weiteren Arbeiten, welche das System der Schwämme (mit Ausnahme der Kalkschwämme) umfassend erkennen und weiter ausbilden wollen, in Zukunft die unentbehrliche Grundlage sein. Die Kalkschwämme sind dabei nicht berücksichtigt, da Schmidt deren Bearbeitung meiner schon damals begonnenen Monographie freundlichst überlassen hatte. Der wichtigste Theil des Werkes sind die einleitenden „Betrachtungen zur Systematik" (p. 1—12), in welchen der Verfasser das Ungenügende aller bisherigen Classifications-Versuche darthut und das natürliche, d. h. das genealogische System der Spongien auf neuer Grundlage, auf der Basis der Descendenz-Theorie zu reformiren unternimmt. Das schliessliche Gesammt-Ergebniss aller seiner Untersuchungen gipfelt in dem, von mir schon 1869 ausgesprochenen Satze: „Die ganze Naturgeschichte der Spongien ist eine zusammenhängende und schlagende Beweisführung für Darwin."

Der erste Abschnitt der „Betrachtungen zur Systematik" behandelt die „Grundformen und Variabilität der Kieselkörper"; der zweite „die Fasernetze und die Gruppirung der Hartheile"; der dritte die „Anpassungs- und Vererbungs-Bildungen (Analogien und Homologien)". Die hierbei entwickelten Ideen sind die bedeutendsten und fruchtbarsten, welche bisher für das Verständniss des Formen-Chaos der Spongien-Welt gegeben wurden, und sie setzen namentlich den rein descriptiven Arbeiten Bowerbank's gegenüber die weite Kluft in helles Licht, welche die erklärende Morphologie von der bloss beschreibenden trennt.

Die „specielle Beschreibung der im (atlantischen) Beobachtungs-Gebiete vorkommenden Spongien" hat für unsere Arbeit nur insofern specielles Interesse, als am

1) Oscar Schmidt, Grundzüge einer Spongien-Fauna des atlantischen Gebietes (88 Seiten mit 6 Tafeln). Leipzig 1870. Ich werde diese Schrift als „Atlant. Spong." citiren.

Schlusse der sorgfältigen Gattungs-Diagnostik der Kiesel- und Hornschwämme auch noch eine Anzahl von Kalkschwämmen kurz beschrieben und durch Abbildungen erläutert werden, welche an der Grönländischen Küste gesammelt waren und welche SCHMIDT schon früher (1869) kurz beschrieben und benannt hatte [1]). Da die frühere Beschreibung weniger zugänglich und in der „Spongien-Fauna des atlantischen Gebietes" (p. 72—75) grösstentheils wörtlich abgedruckt ist, werde ich mich bei meinen Citaten immer auf die letztere, neuere Publication beziehen („Atlant. Spong."). Die Zahl der Grönländischen Spongien-Arten beträgt neun, aus den Gattungen *Leucosolenia* (1), *Nardoa* (1), *Leuconia* (1), *Sycinula* (3), *Sycon* (2), *Ute* (1). Am Schlusse der Atlantischen Spongien-Fauna fasst SCHMIDT die „Resultate für die Kenntniss der geographischen Verbreitung und für die Systematik" zusammen (p. 78—84) und legt seine neuesten Ideen von dem „natürlichen Systeme" der Spongien in einem Stammbaume (p. 83) nieder. Danach entspringen aus der hypothetischen Gruppe der „Protospongiae" als zwei getrennte Zweige einerseits die Kalkschwämme, anderseits alle übrigen Schwämme.

7. Untersuchungen von Kölliker.

Ueber den feineren histologischen Bau der Spongien, der bis dahin vorzugsweise durch LIEBERKÜHN's sorgfältige Untersuchungen bekannt war, wurden weitere Mittheilungen 1864 durch KÖLLIKER in seinen „Icones histologicae" gegeben [2]). Dieselben beziehen sich grösstentheils auf den feineren Bau der Kiesel- und Hornschwämme. Doch sind auch den Kalkspongien darin einige Seiten gewidmet (p. 63—65; Taf. VII, Fig. 10; Taf. VIII, Fig. 3; Taf. IX, Fig. 4—8). Untersucht wurden von ihm zwei Arten, ein Sycon (*Dunsterrillia elegans* = *Sycandra elegans*, H.), und ein Ascon (*Nardoa spongiosa*, KÖLLIKER, wahrscheinlich = *Ascaltis cerebrum*, H. oder *A. Gegenbauri*, H.). Von *Sycandra (Dunstervillia)* beschreibt er die Radial-Tuben als „Wimpercanäle", und dazwischen die radialen Intercanäle als „nicht flimmernde Canäle, die Ausströmungscanäle zu sein scheinen". Die Eier findet er „in der Wand der Wimpercanäle, unmittelbar nach aussen von dem Epithel". Von *Ascaltis (Nardoa)* untersuchte KÖLLIKER eine *Auloplegma*-Form, welche dicke, kugelige oder platte, mundlose Stöcke bildete, aus einem dichten engmaschigen Geflechte feiner Röhren zusammengesetzt. Es scheinen ähnliche Stöcke gewesen zu sein, wie ich auf Taf. VIII von *Ascaltis cerebrum* abgebildet habe. Die sehr entwickelten Intercanäle, welche sich bei allen solchen dicht geflochtenen Asconen-Stöcken zwischen

1) OSCAR SCHMIDT, Vorläufige Mittheilungen über die Spongien der Grönländischen Küste. (Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark. 1869. Band II, Heft 1, p. 1—9).

2) A. KÖLLIKER, Icones histologicae oder Atlas der vergleichenden Gewebelehre. I. Abtheilung. Der feinere Bau der Protozoen. Leipzig 1864 (Spongiae p. 46—75. Taf. VII—IX).

den inwendig flimmernden Röhren (den Magenröhren) finden, haben KÖLLIKER in einen Irrthum verführt. Er hält nämlich die engen und vielfach anastomosirenden Intercanäle für „Ausströmungs-Canäle, welche der grossen Centralhöhle von *Dunstervillia* und *Sycon* entsprechen"; die anastomosirenden Magenröhren dagegen erklärt er für „dünnwandige Röhren, die von einem schönen Flimmerepithel ausgekleidet ein Netz von Wimpercanälen darstellen, wie es noch bei keiner Spongie gesehen ist". Ich werde unten bei Besprechung des Intercanalsystems der Asconen auf diese Deutung zurückkommen. Er unterscheidet übrigens an der Wandung der Flimmercanäle „zwei Lagen, ein die Spicula tragendes Parenchym, das die nicht flimmernden Gänge begrenzt, und ein Flimmerepithel auf der anderen Seite, zwischen welchen Lagen da und dort die Eier eingeschoben sind". Das „die Nadeln tragende Gewebe (unser Exoderm) besteht aus einer homogenen oder leichtstreifigen Grundsubstanz, mit eingestreuten länglichen Körpern (den Kernen des Syncytium), in denen KÖLLIKER bestimmt Zellen zu erkennen glaubt; die Scheiden der Spicula fasst er als eine selbstständige Bildung auf, „die vielleicht mit der Entwickelung dieser zusammenhängt und der Rest von Bildungszellen ist". Ausserdem fand er noch da und dort gegen das Flimmer-Epithel zu etwas grössere rundliche Zellen einzeln oder in Menge", deren Bedeutung ihm unbekannt blieb. (Dies waren wohl unreife Eier.) Die reifen Eier „gleichen auf's Täuschendste multipolaren Ganglienzellen mit verästelten Ausläufern".

Die histologischen Verhältnisse, welche KÖLLIKER bei den Kalkschwämmen beschreibt, fand er zum Theil auch bei den übrigen Schwämmen wieder; zum Theil zeigten diese aber auch eigenthümliche Verhältnisse. Sehr verbreitet findet er namentlich „eine Gewebsform mit Zellen und Zwischensubstanz"; ferner bei manchen Spongien (Aplysinen, Gumminen, Corticaten) ein „Fasergewebe aus spindelförmigen Zellen". Für allgemein verbreitet hält er die „Parenchymzellen, die bei keiner Spongie zu fehlen scheinen". Er unterscheidet vier verschiedene Zustände dieses Parenchyms: „a) Zellige Parenchyme mit gut begrenzten kernhaltigen Zellen; b) Parenchyme mit spärlicher Zwischensubstanz; c) Parenchyme mit viel Zwischensubstanz, in der runde, spindelförmige oder sternförmige Zellen liegen; d) Parenchyme, in denen gar keine zellenähnlichen Körper, sondern nur Zellenkerne und eine wechselnde Anzahl von Körnchen sich finden." Aus der Gesammt-Organisation der Spongien zieht KÖLLIKER den Schluss, dass dieselben zu den Protozoen zu stellen sind, sich aber sonst am meisten an die einfachsten Coelenteraten anschliessen.

8. Untersuchungen von James-Clark.

H. JAMES-CLARK in Pennsylvanien veröffentlichte 1866 einen Aufsatz: „On the Spongiae ciliatae as Infusoria flagellata; or observations on the structure, animality

and relationship of *Leucosolenia botryoides*, BOWERBANK"[1]). In dieser Arbeit versucht der Verfasser, welcher von den Schwämmen überhaupt nur eine einzige Ascon-Art kennt, und von allen übrigen Spongien keine Form näher untersucht hat, den Beweis für seine sonderbare Ansicht zu führen, dass die Schwämme weiter Nichts als Colonien von Flagellaten, und zwar Monaden, seien. Er beschreibt sehr genau, nach Beobachtungen mit sehr starken Vergrösserungen, die Form und Structur von 15 verschiedenen Flagellaten aus 10 besonderen Gattungen, und mitten unter diese (übrigens sehr bunte) Gesellschaft wird als „Monaden-Stock" ein Kalkschwamm aus der Asconen-Familie gesetzt, welchen CLARK für *Leucosolenia botryoides*, BOWERBANK hält[2]). Er beschreibt sehr genau den anatomischen Bau der Ascon-Röhren und ihre Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Lagern. Das äussere Lager, „cytoblastematous layer" (unser Exoderm) ist ganz hyalin und structurlos und enthält die Spicula. Das innere Lager „monadigerous layer" (unser Entoderm) besteht aus den Monaden oder Flagellaten (unseren Geisselzellen). Ihre Lagerung wird derjenigen der Einzelthiere im Pyrosoma-Stock verglichen. Jede Monade oder Geisselzelle hat eine lange Geissel (welche an ihrer Basis von einem Kragen umgeben ist), zwei contractile Blasen und eine Mundöffnung! Letztere hat CLARK allerdings nicht gesehen; aber sie muss da sein, weil die ähnliche Flagellaten-Form *Codosiga* eine besitzt (einfache Petitio Principii!). Diese Monaden hält CLARK für die einzigen wesentlichen Theile des Schwammes; alles Uebrige: Exoderm, Spicula, Poren, Oscula u. s. w. sind für ihn unwesentlich! Das Exoderm ist bloss „Common dormitory" für die Monaden-Gesellschaft. Und darauf hin erklärt er alle Spongien für Infusoria ciliata, und prophezeit, dass man künftig alle verschiedenen Schwämme in verschiedene Flagellaten-Familien: Monadoidae, Bicosoecoidae, Codosigoidae, Anthophysoidae etc. einordnen werde!

9. Untersuchungen von Miklucho-Maclay.

Einen wichtigen Beitrag zur Kenntniss der Kalkschwämme lieferte 1868 NICOLAUS MIKLUCHO-MACLAY[3]). Derselbe hatte im Winter $18^{66}/_{67}$ mich auf meiner Reise nach den canarischen Inseln begleitet und dann auf meine Veranlassung während

---

1) Memoirs Boston Soc. nat. hist. Vol. I, Pt. 3. 1866. Ein Auszug aus dem Inhalte dieser Abhandlung, welche auch als selbstständige Schrift 1867 in Cambridge erschien, befindet sich im American Journal of Science 1866, Vol. 42, p. 320—326, sowie in den Annals and Mag. of nat. hist. 1866, Tom. XIX, p. 13—18.

2) Die echte *Leucosolenia botryoides*, BOWERBANK (= *Ascaltis botryoides*, H.) hat bloss dreistrahlige und vierstrahlige Nadeln (keine Stabnadeln). Hingegen hat die von CLARK beschriebene Art bloss Dreistrahler und Stabnadeln (keine Vierstrahler) und ist wahrscheinlich = *Ascortis fragilis*, H.

3) N. MIKLUCHO-MACLAY, Beiträge zur Kenntniss der Spongien. (Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft, 1868. Band IV, p. 221—240; Taf. IV und V.)

unseres dreimonatlichen Aufenthaltes auf der Insel Lanzerote die Untersuchung der reichen Spongien-Fauna dieser Küste begonnen. Ich konnte selbst einen Theil seiner Beobachtungen controliren und mich mit eigenen Augen von deren Richtigkeit überzeugen. Dies gilt namentlich von der merkwürdigen Polymorphose der Guancha, während ich von der angeblichen Gemmula-Bildung derselben Nichts gesehen habe und die bezüglichen Mittheilungen für irrthümlich halten muss.

Der grösste Theil der Beobachtungen von Miklucho bezieht sich auf einen neuen Kalkschwamm, welchen er *Guancha blanca* nannte (= *Ascetta blanca,* H.); und die interessanteste Thatsache, welche er an demselben entdeckte, ist die ausserordentliche, alles bisher Bekannte weit übertreffende Vielgestaltigkeit dieser Art. Das war das erste Beispiel der merkwürdigen Polymorphose, welche bei den Kalkschwämmen so verbreitet ist, und welche ihre Systematik so ausserordentlich erschwert. Miklucho fand von seiner *Guancha blanca* theils unmittelbar neben einander sitzend, theils sogar auf einem Stocke vereinigt, mindestens drei (eigentlich sechs) verschiedene Formen, welche nach der bisher üblichen Classification der Kalkschwämme in ebenso viele verschiedene Genera hätten vertheilt werden müssen. Von den drei Hauptformen der *Guancha* glaubte er die eine (Form A) in Schmidt's Genus *Ute,* die andere (Form D) in desselben Genus *Nardoa* und die dritte (C) in ein neues Genus stellen zu müssen. Daneben hätte er für drei andere Formen (B, E und G) noch drei andere Genera aufstellen können. Trotz der ganz verschiedenen äusseren Gestalt dieser Formen zeigten alle dennoch ganz denselben feineren Bau, und namentlich dieselbe characteristische Nadelform, und documentirten dadurch, wie durch ihr gemeinsames Vorkommen, ihre Abstammung von einer Art.

Der zweite Abschnitt von Miklucho's Beiträgen handelt „über den coelenterischen Apparat der Schwämme" und bringt die ersten Beobachtungen (vorzüglich an *Guancha blanca* angestellt) über wechselnde Stromes-Richtung bei Schwämmen. Das Wasser kann durch die „Schornsteine" oder die sogenannten „Ausströmungs-Oeffnungen" der Spongien nicht bloss ausströmen, sondern auch einströmen. Der einfache Leibes-Hohlraum der *Guancha* ist der Magenhöhle der Coelenteraten und seine Oeffnung oder das sogenannte „Osculum" der Mundöffnung der letzteren homolog. Auch der feinere Bau der *Guancha* und die Entwickelung von „bewimperten Embryonen" im Innern ihrer Magenhöhle wird zu Gunsten dieser Ansicht gedeutet. Dem entsprechend pflichtet Miklucho der zuerst von Leuckart (1854 in seinem „Jahresberichte") ausgesprochenen Ansicht bei, dass die Spongien nicht (wie bisher fast alle anderen Zoologen annahmen) Protozoen, sondern Coelenteraten seien. In dem letzten Abschnitt (IV.) „über die Stellung der Schwämme in der Thierreihe" erläutert er diese Verwandtschaft näher und kommt zu dem Ausspruche: „Die jetzt lebenden Schwämme und Coelenteraten sind aus gemeinschaftlichen Grundformen entstanden, wobei aber die ersteren eine viel niedere Differenzirung eingegangen sind und zum Theil sich rückgebildet haben."

Ganz irrthümlich sind die Mittheilungen, welche Miklucho über „Gemmulabildung bei Guancha“ macht (p. 228). Solche kommt überhaupt bei Kalkschwämmen niemals vor. Auch die Beobachtungen über den feineren Bau der *Guancha* sind zum Theil sehr ungenau. Die dünne Köperwand soll aus einer Zellenschicht und einer davon ausgeschiedenen, structurlosen und kernlosen Cuticula bestehen. Eine solche kommt aber bei Kalksckwämmen niemals vor. Die angebliche „Cuticula“ ist das Exoderm, in welchem Kerne und Nadeln liegen. Die Spicula sollen dagegen nach Miklucho „frei zwischen den Zellen“ liegen (was niemals der Fall ist). Die Hautporen, welche die ganze Magenwand durchsetzen, beschreibt er als „sehr enge Canäle, die die äussere Hülle durchbrachen und sich in der mittleren Zellenschicht verloren; bis in die verdauende Cavität liessen sich dieselben nicht verfolgen.“ Auch die Beschreibung der Embryonen ist sehr mangelhaft. Wichtig ist dagegen, was er „über die Stockbildung der Schwämme“ durch Verwachsung oder Concrescenz (p. 235) mittheilt, und ich werde hierauf ausführlich zurückkommen. Später hat Miklucho (1870) noch einen anderen Kalkschwamm als *Baeria ochotensis* beschrieben; doch ist diese Beschreibung sehr ungenau und ohne allgemeinen Werth.

10. Untersuchungen von Carter.

Die spongiologischen Arbeiten des englischen Naturforschers H. J. Carter erstrecken sich über einen Zeitraum von beinahe einem Vierteljahrhundert, indem seine erste Publication bereits 1847 erschien. Allein alle seine frühern Arbeiten betreffen ausschliesslich den Süsswasserschwamm, die *Spongilla*, der zwanzig Jahre hindurch fast sein einziges Beobachtungs-Object bildete, und erst in den letzten fünf Jahren hat er angefangen, auch andere Schwämme in den Kreis seiner Untersuchungen zu ziehen. Namentlich datiren seine Untersuchungen über Kalkschwämme erst aus den letzten beiden Jahren, und dies ist der Grund, wesshalb wir dieselben erst an dieser Stelle anführen.

Die älteren Arbeiten Carter's über *Spongilla* [1]) sind für uns hier nur insofern von Interesse, als die darauf gegründeten irrthümlichen Ansichten über die Organisation der Spongien lange Zeit hindurch einen bedeutenden Einfluss übten und in viele Lehrbücher übergingen. Dass Carter's mühsame, über zwei Decennien mit unermüdlicher Ausdauer fortgesetzte Beobachtungen keine brauchbaren Resultate lieferten, liegt theils an seiner höchst einseitigen Untersuchungs-Methode und seinem Mangel

1) H. J. Carter, Notes on the species, structure and animality of the freshwater Sponges in the tanks of Bombay (Transactions of the Bombay medical and physical society of 1847. Abgedruckt in Annals and Magazin of natural history 1848, p. 303—311. Andere Arbeiten Carter's über *Spongilla* finden sich in den Annals and Magazin of natural history von 1849 (Vol. IV, p. 81); 1854 (Vol. XIV, p. 334); 1857 (Vol. XX, p. 21); 1859 (Vol. III, p. 12) und 1861 (Vol. III, p. 290).

an vergleichendem Urtheil, theils an der unglücklichen Wahl seines ausschliesslichen Untersuchungs-Objectes. Es ist nämlich grade der Süsswasserschwamm, die *Spongilla*, einer von denjenigen Schwämmen, welche nicht allein der genaueren Beobachtung, sondern auch der richtigen Beurtheilung und dem wahren Verständniss des Spongien-Organismus die allergrössten Schwierigkeiten entgegen setzen, und sich grade für den Beginn spongiologischer Untersuchungen am wenigsten eignen. Daher ist es gewiss in hohem Masse zu bedauern (und auch von anderen Gesichtspunkten her kaum zu begreifen), dass CARTER sich während seines vieljährigen Aufenthalts in Bombay, an der Küste des indischen Oceans, wo er in seltenem Masse die beste Gelegenheit hatte, die reiche und noch so wenig bekannte Spongien-Fauna des indischen Oceans zu untersuchen, ganz exclusiv auf den Süsswasserschwamm beschränkte, den er eben so gut in England hätte untersuchen können.

Schon in meinem Aufsatze „über den Organismus der Schwämme und ihre Verwandtschaft mit den Corallen“ hatte ich die Ansicht ausgesprochen, dass man diese Verwandtschaft zum Theil desshalb so lange übersehen und den Spongien-Organismus falsch gedeutet habe, weil die genauesten anatomischen Untersuchungen der neueren Zeit ihren Ausgangspunkt von dem Süsswasserschwamm (*Spongilla*) und dem gewöhnlichen Badeschwamm (*Euspongia*) nahmen. „Gerade diese beiden Formen weichen aber vielfach bedeutend von der ursprünglichen und typischen Bildung der ganzen Klasse ab, sind durch Anpassung an besondere Existenz-Bedingungen vielfach modificirt und rückgebildet worden, und verleiten daher leicht, zumal da ihre Untersuchung verhältnissmässig schwierig ist, zu irrthümlichen Auffassungen.“ (Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. Bd. V, 1869; p. 214). Gegen diese Meinung hat nun CARTER neuerdings entschieden protestirt, und meint, dass ich nur desshalb die Calcispongien vorzugsweise hervorhebe und für das Verständniss des Spongien-Organismus bevorzuge, weil ich nichts Anderes kenne. Er sagt: „If HAECKEL had the same opportunities that I have had of studying the development of *Spongilla*, he would not have given a preference to the *Calcispongiae* for this purpose.“ Hierbei befindet sich aber CARTER entschieden im Irrthum. Ich kenne die Anatomie und Ontogenie der *Spongilla* aus eigenen Untersuchungen seit dem Jahre 1858. Ich würde aber dadurch nimmermehr, auch wenn ich seit jener Zeit ununterbrochen bloss mit dem Studium der *Spongilla* mich beschäftigt hätte, zu den Ansichten gelangt sein, welche in der vorliegenden Monographie der Kalkschwämme entwickelt und auf das vergleichende Studium grade dieser Gruppe fest begründet sind[1]). Das liegt eben an dem

1) CARTER sagt in den Annals and Magazin of natural history 1871, Vol. VIII, p. 21: „As a medallist in the classes of comparative anatomy and of human anatomy at University college in 1836—37, as a practical and experimental observer of S p o n g i l l a in its l i v i n g s t a t e, for many years, when it grew in the tanks close to my door at Bombay, and as a practical and experimental observer, f o r t h e l a s t t w o y e a r s, on the marine sponges, both siliceous and calcareous, also in their l i v i n g s t a t e, I

Umstande, dass die Mehrzahl der Kieselschwämme im Allgemeinen, und die *Spongilla* im Besonderen sich viel weiter durch Anpassung von dem erblichen Urbilde, dem ursprünglichen Typus oder der Stammform der Spongien entfernt haben, als es bei den Kalkschwämmen der Fall ist. Das geht namentlich aus der stark modificirten Form ihrer Flimmerlarven und aus ihrer weiteren Ontogenese überhaupt hervor, aus dem traubenförmigen Typus ihres Astcanal-Systems, aus der Reduction ihres Entoderms, aus ihren Individualitäts-Verhältnissen u. s. w.

Für diese meine Auffassung kann ich Carter gegenüber kein vollgültigeres Zeugniss anführen, als dasjenige von Lieberkühn selbst. Auch dieser Anatom hatte, wie Carter, seine Spongien-Untersuchungen an der *Spongilla* (1856) begonnen, hatte mehrere Jahre lang den gröberen und feineren Bau und die Ontogenese dieses Süsswasserschwammes auf das Genaueste untersucht und war erst später zu anderen Spongien übergegangen. Aber erst nachdem er die Kalkschwämme einer sehr sorgfältigen Untersuchung und Vergleichung unterworfen, gelangte er zu demjenigen Verständniss des Spongien-Organismus, welches in seinen „Beiträgen zur Kenntniss der Kalkspongien" neun Jahre später (1865) niedergelegt ist. Auch Lieberkühn lernte erst durch Anwendung der bei den Kalkschwämmen gewonnenen Resultate die übrigen Schwämme und namentlich die *Spongilla* verstehen.

Die Spongillen-Studien von Carter sind daher für uns hier, wie schon bemerkt, lediglich desshalb von Bedeutung, weil derselbe daraus eigenthümliche Anschauungen über die Natur der Spongien überhaupt schöpfte, Anschauungen, die später sehr einflussreich wurden. Anfänglich (1847) kam Carter zu dem Schluss, dass der ganze Schwamm weiter Nichts als ein stockähnliches Aggregat von proteus-artigen Wesen, eine Colonie von Amoeben sei. Ein Jahr später (1848) giebt er aber diese Ansicht auf und betrachtet den Schwamm als ein Mittelglied zwischen Thier und Pflanze. Neun Jahre später (1857) stellt er statt dessen die neue Ansicht auf, die eigentlichen Thiere des zusammengesetzten Schwammstocks seien die „flaschenförmigen Säcke" („ampullaceous sacs", identisch mit den „Wimper-Apparaten" von Lieberkühn, den „Wimper-Körben" von Schmidt, unseren „Geissel-Kammern"). Vier Jahre später endlich (1871) bekehrt sich Carter zu der inzwischen aufgestellten Ansicht von James-Clark, dass die eigentlichen Schwammthiere „Monaden" oder „Infusoria flagellate" seien, die „monade-like bodies", aus denen die „ampullaceous-sacs" zusammengesetzt sind (unsere Geissel-Zellen).

---

think it might be assumed at least that, both by early education and subsequent opportunities, I ought to be qualified to give an opinion in this matter." Ich muss bedauern, diesen Anspruch des „medallist, practical and experimental observer" nicht anerkennen zu können. Gerade weil sich Carter 20 Jahre lang nur mit der Spongilla beschäftigte, gerade weil er sie nur im lebenden Zustande, und nicht mit Hülfe mikrochemischer Reagentien untersuchte, ist sein Verständniss der Spongien so unvollkommen geblieben, abgesehen davon, dass er überhaupt kein morphologisches Urtheil besitzt.

Erst im Jahre 1870 schrieb CARTER einen Aufsatz „über die Structur der Seeschwämme“[1]), welcher mit dem völlig irrthümlichen Satze beginnt: „The „ultimate structure“ of the marine is, *mutatis mutandis* the same as the „ultimate structure“ of the freshwater sponges“. Zunächst bespricht er die „Ampullaceous sacs“ (die „Geisselkammern“), welche er 1857 als die eigentlichen Thiere des Schwammkörpers angesprochen hatte, die Polypen ähnlich in das spongiöse Parenchym desselben eingesenkt und aus einer Lage von inwendig flimmernden Zellen zusammengesetzt seien. 1859 war CARTER zu der Ansicht gelangt, dass diese Körper nicht innerlich flimmernde Säcke, sondern äusserlich flimmernde Ballen, Volvocinen ähnlich, seien — eine Ansicht, die völlig unbegreiflich erscheint, sobald man nur einfach an die Lage der Geisselkammern denkt, die ja fest in der massiven Sarcode des Schwamm-Parenchyms eingebettet liegen! Wie sollen sich die Flimmerhaare, wenn sie äusserlich den „Wimper-Apparaten“ aufsitzen, überhaupt bewegen? Sollen sie in der Sarcode des Exoderm rotiren? 1861 hatte denn auch schon CARTER selbst diesen wunderlichen Einfall zurückgenommen und liess nun die Cilien wieder inwendig im Hohlraum des „ampullaceous sac“ sich bewegen. Den unvereinbaren Widerspruch zwischen diesen entgegengesetzten Ansichten suchte er nun 1870 dadurch auszugleichen, dass er die Cilien abwechselnd inwendig und auswendig an der Geisselkammer sich bewegen liess! (l. c. p. 329). Dabei unterlässt es CARTER nicht, sich darüber zu beklagen, dass seit seiner Entdeckung der „ampullaceous sacs“ vor 12 Jahren Niemand (ausgenommen JAMES-CLARK) von denselben gesprochen habe, ein Umstand, der nur bei den nicht englisch lesenden Autoren verzeihlich sei. Dieser Vorwurf ist eben so sonderbar, als ungerechtfertigt. Denn erstens hat CARTER selbst sich fast gar nicht um die deutsche Literatur bekümmert, und kennt gründlich weder die Arbeiten von O. SCHMIDT, noch von LIEBERKÜHN, der schon viel früher (1857) die kugeligen „Wimper-Apparate“ beschrieben und grade bei *Spongilla* so genau untersucht hatte[2]); zweitens aber vergisst er, dass BOWERBANK schon 1859 die wimpernden Höhlungen und die Wimpern selbst bei *Grantia compressa* sehr genau beschrieben hatte. Auch führt er drei Seiten später (p. 332) selbst an, dass O. SCHMIDT die „Wimperkörbe“ von *Reniera (= Isodictya)* schon 1864 beschrieben und abgebildet habe.

CARTER theilt nun 1870 mit, dass er die von ihm bei *Spongilla* zuerst entdeckten „ampullaceous sacs“ (welche BOWERBANK schon 1852 bei *Grantia* und LIEBERKÜHN 1857 bei *Spongilla*, 1859 bei *Grantia* beschrieben hatte) jetzt (1870) auch bei ver-

1) CARTER, On the ultimate structure of marine Sponges. Annals and Magazin of natural history 1870, Vol. VI, p. 329—341.

2) CARTER glaubt (noch 1870!) nicht allein der einzige Beobachter der Wimperkammern (ausser JAMES-CLARK) zu sein, sondern auch der einzige, welcher die Entwickelung der Spongille aus der Gemmula oder dem „seed-like body“ beobachtet habe. Er weiss also nicht, oder ignorirt die Thatsache, dass LIEBERKÜHN schon seit 1856 die vollständige Entwickelung der Spongilla aus der Gemmula beobachtet hatte.

schiedenen marinen Spongien, sowohl Kieselschwämmen als Kalkschwämmen, gefunden habe: Ueberall ist der flaschenförmige Sack aus einer Lage von „tessellated ciliated sponge-cells“ zusammengesetzt, und überall sind diese Säcke die einzigen Organe der Nahrungs-Aufnahme, weil sie allein bei Fütterungs-Versuchen die Farbstoff-Körnchen aufnehmen. Sie allein sind auch die Träger der Pigmente bei den gefärbten Schwämmen (was nicht richtig ist!).

Höchst unglücklich sind weiterhin die Reflexionen, welche CARTER in demselben Aufsatze (1870) über die Verwandtschafts-Verhältnisse der Spongien zu anderen Thiergruppen anstellt. Indem er nämlich meine Ansichten über die Verwandtschaft der Kalkschwämme und der Corallen bekämpft, glaubt er vielmehr die nächsten Verwandten der Spongien in den Tunicaten und zwar in den Ascidien zu finden (l. c. p. 335). Das Tertium comparationis zwischen beiden Gruppen ist erstens der Mangel der Nesselzellen und zweitens der Besitz einer Egestions-Oeffnung oder Kloake. Bei den Spongien, wie bei den Ascidien wird die Nahrung durch eine Oeffnung aufgenommen und durch eine andere ausgestossen. Auch dass einige Ascidien in ihrem Mantel Spicula bilden, scheint CARTER sehr wichtig, und ebenso, dass der Körper der zusammengesetzten Ascidien, wie derjenige der Spongien von Canälen durchzogen wird. CARTER meint schliesslich, dass in ähnlicher Weise wie die „Foraminiferen“ *(Difflugia!)* die niedersten Formen der Corallen seien, so anderseits die Spongien die „initiative forms“ der Bryozoen und Tunicaten seien (!). Eben so gut wie die Ascidien hätte er auch den *Amphioxus* als nächsten Verwandten der Spongien anführen können!

In seiner letzten Spongien-Arbeit[1]) (1871) giebt CARTER zunächst die Beschreibung von zwei britischen Kalkschwämmen und dann die Bestätigung der von JAMES-CLARK beobachteten directen Aufnahme geformter Körperchen (Indigo-Körnchen) von den Geisselzellen. Diese sah CARTER sowohl bei Kieselschwämmen, als bei Kalkschwämmen *(Grantia compressa)*, und er legt darauf ein so ausschliessliches Gewicht, dass er darauf hin auch CLARK's Schlüsse adoptirt und die „monade-like monociliated cell“ für das „eigentliche Schwamm-Thier“ („Sponge-cell-animal“) erklärt; allerdings mit der Einschränkung, dass dasselbe abwechselnd bald „Rhizopod“, bald „flagellated Infusorium“ sei (p. 11). Schliesslich sucht CARTER in dem vorher schon angeführten Sinne sehr eingehend meine Ansichten über die Verwandtschaft der Spongien und Coelenteraten (vorzüglich durch Berufung auf *Cliona corallinoides*) zu widerlegen. Ich werde auf diese Widerlegung später ausführlich zurückkommen.

---

1) H. J. CARTER, A Description of two new *Calcispongiae*, to which is added confirmation of Prof. JAMES CLARK's Discovery of the true form of the sponge-cell (animal), and an account of the polype-like pore-area of *Cliona corallinoides*, contrasted with Prof. E. HAECKEL's View on the relationship of the sponges to the corals.“ (Annals and Magazin of natural history, 1871, Vol. VIII, p. 1—27, Pl. I, II.)

11. Eigene Untersuchungen des Verfassers.

Meine eigenen Untersuchungen über Calcispongien wurden, wie ich bereits in der Vorrede erörtert habe, vor fünf Jahren (1867) begonnen, vorzüglich veranlasst durch die interessante *Guancha blanca* von Miklucho, deren merkwürdige Polymorphose und höchst einfache Structur ich im Februar 1867 auf der canarischen Insel Lanzerote aus eigener Anschauung hatte kennen lernen. Die Resultate, welche Miklucho damals erhielt, und welche mir derselbe grösstentheils unmittelbar demonstriren konnte, hatten mein Interesse an diesem merkwürdigen Kalkschwamm um so mehr gereizt, als sie sehr wenig mit den Anschauungen von der Spongien-Organisation harmonirten, welche ich durch frühere, 1858 begonnene Beobachtungen der *Spongilla* erhalten hatte. Ich ging also bei Beginn meiner genaueren spongiologischen Untersuchungen zunächst von der canarischen *Guancha (Ascetta) blanca* aus und unterzog ausserdem nur die nächstverwandten Kalkschwämme aus anderen Asconen-Gattungen (besonders *Ascandra complicata* von Helgoland, *A. Lieberkühnii* von Triest und *A. variabilis* aus Norwegen) der genauesten anatomischen Untersuchung. Ich darf diesen Zufall als einen sehr glücklichen Griff bezeichnen. Denn die Asconen sind die einfachsten und daher lehrreichsten von allen Kalkschwämmen, und verbreiten desshalb am meisten erklärendes Licht, nicht allein über diese Gruppe, sondern über die Organisation der Schwämme überhaupt.

Erst nachdem ich mich über die gröberen anatomischen Verhältnisse, sowie über die feinere histologische Structur dieser Asconen gehörig orientirt hatte, geleitet durch Lieberkühn's treffliche Anatomie seiner *Grantia botryoides* (= *Ascandra complicata*, H.), ging ich zur Untersuchung der übrigen Kalkschwämme, der Leuconen und Syconen über, und fand bald, dass diese beiden sehr verschiedenen Gruppen in verschiedener Weise von der ursprünglichen Gruppe der Asconen oder Microporeuten abzuleiten seien. Die Leuconen oder Cladoporeuten fand ich am meisten dem Bilde entsprechend, welches man gewöhnlich, von *Spongilla*, *Halichondria* und *Euspongia* ausgehend, sich von dem Typus des Spongien-Baues entwirft. In den Syconen oder Orthoporeuten dagegen glaubte ich ganz eigenthümliche Spongien zu erkennen, welche durch ihren radialen Körperbau sich an die Coelenteraten, und namentlich an die Corallen unmittelbar anschlössen. Von den Leuconen ging ich nun weiter zur Untersuchung der übrigen Schwämme, der Hornspongien und Kieselspongien, über, und fand in der That, dass alle wesentlichen Organisations-Verhältnisse derselben bei jener Gruppe der Kalkschwämme wiederzufinden sind. Zu einem vorläufigen Abschlusse dieser Untersuchungen und zu einer Uebersicht ihrer Resultate gelangte ich im Sommer 1869 und legte dieselben in einem Aufsatze „über den

Organismus der Schwämme" nieder, welcher im Juli 1869 (noch vor Antritt meiner Reise nach Norwegen) gedruckt wurde [1]).

Die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen fasste ich damals in folgenden allgemeinen Sätzen zusammen (l. c. p. 212): „Die Schwämme sind den Corallen unter allen Organismen am nächsten verwandt. Gewisse Schwämme sind von gewissen Corallen nur durch den geringeren Grad der histologischen Differenzirung, und namentlich durch den Mangel der Nesselorgane verschieden. Die wesentlichste Organisations-Eigenthümlichkeit der Schwämme ist ihr ernährendes Canalsystem, welches dem sogenannten coelenterischen Gefässsystem, oder dem Gastrovascular-Apparat der Coelenteraten, und namentlich der Corallen, sowohl homolog als analog ist. Bei den Schwämmen entstehen, ebenso wie bei den Corallen und wie bei den Coelenteraten überhaupt, alle verschiedenen Theile des Körpers durch Differenzirung aus zwei ursprünglichen, einfachen Bildungshäuten oder Keimblättern, dem Entoderm und Ectoderm. Diese beiden Blätter entstehen durch Differenzirung aus den anfangs gleichartigen Zellen, welche (aus der Eifurchung hervorgegangen) den kugeligen Leib des flimmernden Embryo oder der primitiven Larve (Planula) zusammensetzen. Aus dem inneren oder vegetativen Keimblatt, dem Entoderm, entsteht das ernährende Epithelium des Canalsystems und die Fortpflanzungsorgane. Aus dem äusseren oder animalen Keimblatt, dem Ectoderm, entstehen alle übrigen Theile."

Entsprechend dieser Ansicht von der nächsten Verwandtschaft der Spongien und Corallen suchte ich dann zunächst die Stellung zu bestimmen, welche die Spongien im Systeme der Coelenteraten oder Zoophyten einzunehmen haben. Dass die Schwämme wirklich in dieser Gruppe, und nicht unter den Protozoen (zu denen sie bisher gewöhnlich gestellt wurden) ihren natürlichen Platz finden, hatte bereits LEUCKART 1854 behauptet, und seitdem in seinen Jahresberichten die Schwämme stets zu den Coelenteraten gestellt. Ich versuchte diese Stellung nun fester zu begründen, und besonders genetisch durch den Nachweis der beiden Bildungshäute oder Keimblätter sicher zu stützen; und indem ich den einzigen durchgreifenden morphologischen Unterschied zwischen den Schwämmen und den übrigen Coelenteraten in dem Mangel der Nesselzellen bei den ersteren fand, schlug ich vor, den Stamm oder das Phylon der Pflanzenthiere (*Coelenterata* oder *Zoophyta*) in zwei Hauptäste (Subphylen oder Claden) zu theilen: I. Schwämme (*Spongiae* s. *Porifera*) und II. Nesselthiere (*Acalephae* s. *Cnidae* s. *Nematophora*); letztere

1) ERNST HAECKEL, Ueber den Organismus der Schwämme und ihre Verwandtschaft mit den Corallen (Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft, 1870, Band V, p. 207—235). Das zweite Heft dieses Bandes, welches diesen Aufsatz und zugleich den „Prodromus eines Systems der Kalkschwämme" enthielt, erschien im September 1869; eine englische Uebersetzung gab DALLAS in den Annals and Magazin of natural history von 1870 (IV. Serie. Vol V. „On the Organisation of Sponges and their relationship to the corals" p. 1—13; p. 107—120; „Prodromus of a system of the Calcareous Sponges" p. 176—191).

würden in die drei Klassen der Corallen, Hydromedusen und Ctenophoren zerfallen (l. c. p. 213).

Massgebend für meine ganze Auffassung des Spongien-Organismus wurde gleich von vorn herein der Umstand, dass ich unter den Asconen den *Olynthus* (und das *Prosycum,* einen *Olynthus* mit geschlossenen Hautporen) als die einfachste Form erkannte, von welcher ausgehend das Verständniss für alle übrigen Spongien-Formen zu suchen sei. Dieser *Olynthus* (oder das *Prosycum* mit geöffneten Hautporen) ist ein ganz einfacher, cylindrischer, eiförmiger oder länglich runder Schlauch, mit einer einzigen grösseren Oeffnung. Diese letztere ist als Mundöffnung, die Höhlung des Schlauches als Magen zu deuten. Die dünne Magenwand oder Leibeswand besteht aus zwei verschiedenen Schichten oder Blättern.

Die innere Schicht, das Entoderm, entspricht dem inneren oder vegetativen Keimblatt des Embryo der höheren Thiere, und besteht aus einer einzigen Schicht von Geisselzellen (oder Flimmerzellen mit je einem langen Flimmerhaar); einzelne von diesen Geisselzellen verwandeln sich in die zur Fortpflanzung dienenden Zellen (Keimzellen: Eier oder Sporen); diese Keimzellen sind grosse, nackte, hüllenlose Zellen, welche amoeboide Bewegungen ausführen. Da nun diese Keimzellen die Fortpflanzung, die Geisselzellen aber die Ernährung des Schwammes besorgen, so kann man das ganze Entoderm auch functionell wirklich als vegetatives Blatt bezeichnen.

Die äussere Schicht der Magenwand oder Leibeswand, das Exoderm (oder Ectoderm) entspricht hingegen dem äusseren oder animalen Keimblatt bei den Embryonen der höheren Thiere. Dasselbe besteht aus innig verschmolzenen nackten Zellen, deren Kerne in dem vereinigten Protoplasma anfänglich immer (und meist auch noch später) deutlich sichtbar bleiben. Weil dieses kernhaltige Protoplasma-Lager wirklich aus ursprünglich getrennten Zellen durch nachträgliche Verschmelzung derselben entstanden ist, bezeichne ich es als Syncytium oder Sarcodine (nicht als Sarcode, wenn man unter diesem Begriffe freies und ursprüngliches, noch nicht in Zellen differenzirtes Protoplasma versteht). Innerhalb dieses Syncytium entstehen die Skelettheile der Schwämme als innere Plasma-Producte. Das Syncytium ist mithin skeletbildend und die Körperoberfläche deckend, ausserdem aber auch contractil und empfindlich. Es vollzieht zugleich die animalen Functionen der Bewegung, Empfindung, Stützung und Deckung, und kann also auch functionell wirklich als animales Blatt bezeichnet werden.

Ebenso wie in der Structur und Zusammensetzung dieser beiden Bildungshäute die Schwämme mit den Nesselthieren übereinstimmen, ebenso gleichen sie ihnen auch in der Entwickelung derselben. Aus dem Ei entsteht in Folge totaler regulärer Furchung ein einfacher kugeliger oder länglich-runder Körper, der anfangs aus gleichartigen kugeligen nackten Zellen zusammengesetzt ist. Dann entsteht im Inneren

des Zellenhaufens eine kleine centrale Höhle (der Magen), welche nach aussen durchbrechend sich eine Oeffnung (das Osculum oder die Mundöffnung) bildet. Die Oberfläche bedeckt sich mit Flimmerhaaren und nun schwärmt der Embryo als freie Flimmerlarve *(Planula)* eine Zeit lang umher. Dann setzt er sich nach einiger Zeit fest, verliert sein äusseres Flimmerkleid und verwandelt sich so unmittelbar wieder in ein Prosycum, einen becherförmigen Körper, dessen dünne Leibeswand oder Magenwand aus den angeführten beiden Blättern besteht. Der junge Kalkschwamm ist nunmehr nicht wesentlich von einer jungen Coralle oder einer jungen Hydra verschieden.

Die Hautporen, diese für den ganzen Spongien-Organismus so characteristische Einrichtung, entstehen erst nachträglich, indem an verschiedenen Stellen der dünnen Magenwand vergängliche Löcher entstehen, welche das Wasser in die Magenhöhle eintreten lassen, aus welcher es dann durch die Mundöffnung entfernt wird. Ein und derselbe Ascon erscheint als *Prosycum*, wenn die Poren der Magenwand geschlossen sind, als *Olynthus*, wenn sie sich geöffnet haben. Ort und Zahl der Hautporen sind wechselnd. Morphologisch sind also diese characteristischen Poren, nach denen Grant die Spongien-Classe „Porifera" nannte, ohne Werth. Physiologisch haben sie aber auch nicht die ihnen bisher zugeschriebene Geltung, indem sie bisweilen völlig verschwinden können und dennoch Wasser durch die Mundöffnung oder die „Ausströmungs-Oeffnung" sowohl ein- als austritt. Ueberdies besitzen auch die Corallen Hautporen.

Die Skelettheile der Kalkschwämme sind Nadeln oder Spicula, welche aus einer Verbindung von kohlensaurem Kalk und einer organischen Substanz bestehen. Ihre mannichfaltigen Formen lassen sich auf vier Grundformen reduciren: Einfache, hakenförmige, dreistrahlige und vierstrahlige Nadeln. Sie entstehen als „innere Plasma-Producte" innerhalb des Syncytiums des Exoderms.

Die schwierige Frage von der Individualität der Schwämme suchte ich, ausgehend von der Entwickelungsgeschichte und von der Homologie des *Olynthus* und der einfachen Acalephen-Person *(Hydra* oder *Actinia)* zu lösen. Jeder Schwamm, der eine besondere Magenhöhle besitzt, ist als ein einfaches Individuum oder als eine „Person" aufzufassen; jeder Schwammkörper, der aus zwei oder mehreren Personen besteht, als Stock (Cormus). Hiermit war wesentlich die Ansicht von Oscar Schmidt bestätigt, dass jeder Theil des Schwammkörpers, der eine besondere Ausströmungsöffnung besitze, als ein „Individuum" aufzufassen sei. Indem nun viele Personen mit einander verwachsen und nachträglich die Mundöffnungen (Oscula) ganz oder theilweise zuwachsen können, entstehen mannichfaltige Verhältnisse, die für die systematische Unterscheidung der Genera gut verwendbar erscheinen. Indem aber anderseits bei einer und derselben Species diese Verhältnisse der Individualität und der Mundöffnung höchst variabel erscheinen, gestaltet sich die Systematik sehr verwickelt und es kann der Fall eintreten, dass ein einziger Cormus Formen auf sich vereinigt trägt,

die verschiedenen Genera des Systems entsprechen. Diese Polymorphose, welche schon MIKLUCHO bei seiner *Guancha blanca* gefunden hatte, ist unter den Kalkschwämmen sehr verbreitet, und für die Species-Frage höchst lehrreich. Die organische Species ist hier gleichsam „in statu nascenti" zu beobachten. Indem ich nun diese höchst merkwürdigen und bisher gar nicht beachteten Verhältnisse für die Descendenz-Theorie verwerthete, gelangte ich zu dem Satze: „Die ganze Naturgeschichte der Spongien ist eine zusammenhängende und schlagende Beweisführung für DARWIN."

Der „Prodromus eines Systems der Kalkschwämme", welchen ich jener ersten Mittheilung unmittelbar folgen liess [1]), ist durchgängig auf diese Anschauungen gegründet, und versucht durch Aufstellung eines künstlichen Systems zu zeigen, wie sich die höchst biegsamen und allenthalben durch Uebergänge verbundenen Formen der Calcispongien dem Zwange eines solchen logisch durchgeführten Systems gegenüber verhalten. Ich habe absichtlich diesen Prodromus ohne alle weiteren Erläuterungen hingestellt, in der Erwartung, dass jeder denkende Leser selbst seine Bedeutung verstehen werde. Dies war aber keineswegs der Fall. Vielmehr haben alle Leser, welche sich kritisch darüber geäussert haben, voran R. LEUCKART, die beabsichtigte Bedeutung nicht verstanden. Nur OSCAR SCHMIDT macht eine einzige Ausnahme. Er bemerkte sofort in seinen „atlantischen Spongien" (p. 2): „Wer bei den Spongien sein Hauptgeschäft auf die Species- und Gattungs-Macherei verlegt, wird ad absurdum geführt, wie HAECKEL in seinem Prodromus mit köstlicher Ironie gezeigt."

Die angeführten Untersuchungen betrachtete ich nur als Vorarbeiten für die vorliegende Monographie der Kalkschwämme. Um dieselben durch weitere Beobachtungen zu ergänzen und eine grössere Menge von lebenden Kalkschwämmen an ihrem natürlichen Standorte zu untersuchen, sowie Massen von Individuen zu sammeln, unternahm ich noch zwei Reisen an die Meeresküste. Im August und September 1869 beobachtete und sammelte ich an der norwegischen Küste bei Bergen und Brandesund; im März und April 1871 an der dalmatischen Küste auf Lesina und in Triest. Das Resultat dieser fortgesetzten Untersuchungen, welche ich an einem überaus reichen Materiale anstellte, war eine fast vollständige Bestätigung aller meiner früheren Angaben [2]). Nur in einem einzigen wesentlichen Punkte hatte ich mich zu corrigiren, indem ich meine früher gehegten Zweifel an der sexuellen Differenzirung der Spongien durch Nachweis der Zoospermien bei den Kalkschwämmen beseitigte. Ich fand, dass die Zoospermien der Schwämme Nichts weiter sind, als

1) ERNST HAECKEL, Prodromus eines Systems der Kalkschwämme (Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft, 1870, Band V, Heft 2, p. 236—254).

2) ERNST HAECKEL, Ueber die sexuelle Fortpflanzung und das natürliche System der Schwämme Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft, 1871, Band VI, p. 641—651).

modificirte Geisselzellen des Entoderms. Einige andere, mehr untergeordnete Punkte, in denen ich meine früheren Anschauungen berichtigte und vervollkommnete, werde ich an den betreffenden Stellen in der Monographie anführen.

II. Geschichte und Kritik der speciellen (systematischen) Untersuchungen über Kalkschwämme.

1. Die Species der Calcispongien.

Die speciellen systematischen Untersuchungen, welche bisher über die Kalkschwämme angestellt wurden, haben aus verschiedenen Gründen zu keinem festen Resultate führen können. Trotzdem die Zahl der bisher untersuchten und beschriebenen Calcispongien sehr gering war, herrscht dennoch in der Benennung und Characteristik ihrer Genera und Species bereits dieselbe arge Verwirrung, welche die Systematik der Spongien überhaupt so sehr erschwert. Obwohl bekanntlich in vielen Abtheilungen der systematischen Zoologie und Botanik (besonders in den niederen Gruppen) die Confusion in Betreff des Inhalts und Umfangs der Genera und Species nicht gering ist, so dürften dennoch die Spongien in dieser Beziehung alle übrigen Abtheilungen überbieten, oder doch sicher zu den allerschlimmsten gehören.

Die Ursachen dieses systematischen Chaos liegen theils in den Autoren, theils an dem Objecte selbst. Ich werde dieselben in dem nächsten Kapitel und im vierten Abschnitte, wo ich meine Methode der Benennung und Classification zu rechtfertigen habe, näher untersuchen. Hier will ich mich darauf beschränken, die Genera und Species der Kalkschwämme, welche bis zum Jahre 1871 (inclusive) von den Autoren unterschieden worden sind, der historischen Reihenfolge nach aufzuführen und auf die definitiven, von mir im zweiten Bande dieser Monographie angenommenen Bezeichnungen zu reduciren. Ich werde zuerst die Species, dann die Genera aufführen. Hinter die Species-Namen der Autoren habe ich die Species-Bezeichnung gesetzt, welche ich in meinem „Natürlichen System der Kalkschwämme" (in der ersten Abtheilung des zweiten Bandes) beibehalten habe. Die vor diesen Namen gesetzte Zahl ist die laufende Species-Nummer des „Natürlichen Systems". Diese Namen sind mit aufrechter Schrift, die synonymen Bezeichnungen der Autoren dagegen mit *cursiver* Schrift gedruckt.

I. Otho Fabricius gab 1780 in seiner „Fauna Groenlandica" (p. 448) die erste Beschreibung von zwei Kalkschwämmen:

1. *Spongia ciliata* (l. c. No. 466) = 94. Sycandra ciliata, II.
2. *Spongia compressa* (l. c. No. 467) = 109. Sycandra compressa, II.

II. Ellis und Solander theilten 1786 in ihren „Zoophytes" (p. 190) die Beschreibung und Abbildung von zwei Calcispongien mit. (Die Abbildungen sind die ältesten, welche überhaupt von Kalkschwämmen existiren.)

1. *Spongia botryoides* = 19. Ascaltis botryoides, H.
2. *Spongia coronata* = 95. Sycandra coronata, H.

III. Montagu veröffentlichte 1814 „An Essay on Sponges" (in den „Memoirs of the Wernerian Natural history Society". Vol. II, part. I, p. 67). Unter den daselbst beschriebenen Schwämmen befinden sich sechs Species von Kalkschwämmen, nämlich:

14. *Spongia coronata* = 95. Sycandra coronata, H.
15. *Spongia botryoides* = 19. Ascaltis botryoides, H.
18. *Spongia foliacea* = 109. Ascandra compressa, H.
21. *Spongia ananas* = 66. Leucandra ananas, H.
22. *Spongia complicata* = 32. Ascandra complicata, H.
37. *Spongia coriacea* = 2. Ascetta coriacea, H.

IV. Robert Grant, welcher 1826 das Kalkskelet der Kalkschwämme entdeckte und darauf hin zum ersten Male diese Spongien als wesentlich von den anderen Schwämmen verschieden bezeichnete, unterschied damals sechs Arten derselben (Edinburgh Philosophical Journal, Vol. XIV, p. 336; Edinb. New Philos. Journ. Vol. I, p. 166):

1. *Spongia compressa* = 109. Sycandra compressa, H.
2. *Spongia nivea* = 70. Leucandra nivea, H.
3. *Spongia botryoides* = 19. Ascaltis botryoides, H.
4. *Spongia complicata* = 32. Ascandra complicata, H.
5. *Spongia pulverulenta* = 66. Leucandra ananas, H.
6. *Spongia coronata* = 95. Sycandra coronata, H.

V. Risso beschrieb in demselben Jahre (1826) die beiden ersten Kalkschwämme aus dem Mittelmeere. Alle vorher angeführten Arten waren im nord-atlantischen Ocean (an den britischen Küsten und in Grönland) beobachtet worden. Risso gründete für diese beiden mediterranen Kalkschwämme das neue Genus *Sycon* (Histoire naturelle de Nice et des Alpes maritimes, Vol. V, p. 368, Pl. X, Fig. 61). Da die Beschreibung Risso's sehr oberflächlich ist, kann man nur mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass diese beiden *Sycon*-Arten folgenden Species unseres Systems entsprechen:

162. *Sycon Humboldti* = 105. Sycandra Humboldti, H.
163. *Sycon Poireti* = 64. Leucandra aspera, H. (?)

VI. John Fleming, welcher 1828 in seiner „History of British Animals" (p. 524) zum ersten Male alle Kalkschwämme in eine besondere Gattung zusammen-

stellte, und diese ihrem Entdecker zu Ehren *Grantia* nannte, unterschied damals fünf verschiedene Arten von Grantien (No. 112—116 seines Systems):

112. *Grantia compressa* = 109. Sycandra compressa, H.
113. — *botryoides* = 19. Ascaltis botryoides, H.
114. — *ciliata* = 94. Sycandra ciliata, H.
115. — *pulverulenta* = 66. Leucandra ananas, H.
116. — *nivea* = 70. Leucandra nivea, H.

VII. Blainville schlug sechs Jahre später (1834) in seiner „Actinologie" (p. 530) vor, das Genus der Kalkschwämme, welches Fleming zuerst *Grantia* getauft und welches Grant selbst bald darauf *Leucalia* genannt hatte, nunmehr als *Calcispongia* zu bezeichnen. Die fünf Species, welche er von Calcispongia anführt, sind dieselben, welche Fleming 1828 als Species von *Grantia* aufgestellt hatte. Ausserdem beschreibt er noch einen anderen Kalkschwamm (dessen wahre Natur ihm aber unbekannt blieb) als *Alcyoncellum*.

1. *Calcispongia compressa* = 109. Sycandra compressa, H.
2. — *botryoides* = 19. Ascaltis botryoides, H.
3. — *ciliata* = 94. Sycandra ciliata, H.
4. — *pulverulenta* = 66. Leucandra ananas, H.
5. — *nivea* = 70. Leucandra nivea, H.
6. *Alcyoncellum gelatinosum* = 103. Sycandra alcyoncellum, H.

VIII. George Johnston behielt 1842 in seiner „History of British Sponges and Lithophytes" (p. 172) für das Genus der Kalkschwämme die ursprüngliche Benennung *Grantia* von Fleming bei und unterschied ausser den sechs bereits bekannten noch zwei neue Arten, nämlich *Grantia lacunosa* und *G. fistulosa*. Diese acht Grantia-Species entsprechen folgenden Arten unseres natürlichen Systems:

1. *Grantia compressa* = 109. Sycandra compressa, H.
2. — *lacunosa* = 21. Ascortis lacunosa, H.
3. — *ciliata* = 94. Sycandra ciliata, H.
4. — *botryoides* = 19. Ascaltia botryoides, H.
5. — *pulverulenta* = 66. Leucandra ananas, H.
6. — *fistulosa* = 65. Leucandra fistulosa, H.
7. — *nivea* = 70. Leucandra nivea, H.
8. — *coriacea* = 2. Ascetta coriacea, H.

IX. Bowerbank beschrieb 1845 einen neuen afrikanischen Kalkschwamm aus der Algoa-Bay unter dem Namen *Dunsterrillia elegans* (Annals and Mag. of nat. hist. Vol. XV, 1845, p. 297, Pl. XVII). Später gab Bowerbank, im II. Bande seiner „British Spongiadae" (1866) die ausführliche Beschreibung von zwölf britischen Arten von Kalkschwämmen, welche er auf vier verschiedene Genera vertheilte. Von diesen entspricht das erste Genus (mit 4 Arten), für welches allein er Fleming's

Bezeichnung *Grantia* beibehielt, unserer Familie der Syconen. Das zweite Genus (ebenfalls mit 4 Arten), welches BOWERBANK *Leucosolenia* nannte, fällt zusammen mit unserer Familie der Asconen. Das dritte und vierte Genus, *Leuconia* (mit 3 Arten) und *Leucogypsia* (mit einer Art) entsprechen zusammen unserer Familie der Leuconen. Diese Classification BOWERBANK's war nach LIEBERKÜHN's Trennung der Grantien (= Asconen) und Syconen der erste Versuch, die Gruppe der Kalkschwämme in verschiedene Genera einzutheilen. Wir werden die Bedeutung dieses Versuches nachher erörtern und wollen hier bloss noch hervorheben, dass BOWERBANK in den „British Spongiadae" sonderbarer Weise mit keinem Worte seines früher aufgestellten Genus *Dunstervillia* gedenkt, obwohl die diesem zu Grunde liegende afrikanische *Dunstervillia elegans* nicht nur generisch, sondern sogar specifisch identisch ist mit demjenigen Kalkschwamme, welchen er in den „British Spongiadae" als *Grantia tessellata* beschreibt. Wenn wir die 12 englischen Kalkschwamm-Arten von BOWERBANK, sowie die früher von ihm beschriebene *Dunstervillia* und das später als *Grantia virgultosa* bezeichnete Alcyoncellum auf die Benennungen unseres natürlichen Systems reduciren, so ergiebt sich folgende Syonymie:

1. *Grantia compressa* = 109. Sycandra compressa, H.
2. — *ciliata* = 95. Sycandra coronata, H.
3. — *ensata* = 106. Sycandra glabra, H.
4. — *tessellata* = 104. Sycandra elegans, H.
5. *Leucosolenia botryoides* = 19. Ascaltis botryoides, H.
6. — *contorta* = 31. Ascandra contorta, H.
7. — *lacunosa* = 21. Ascortis lacunosa, H.
8. — *coriacea* = 2. Ascetta coriacea, H.
9. *Leuconia nivea* = 70. Leucandra nivea, H.
10. — *fistulosa* = 65. Leucandra fistulosa, H.
11. — *pumila* = 52. Leucaltis pumila, H.
12. *Leucogypsia Gossei* = 60. Leucandra Gossei, H.
13. *Dunstervillia elegans* = 104. Sycandra elegans, H.
14. *Grantia virgultosa* = 103. Sycandra alcyoncellum, H.

X. LIEBERKÜHN legte seinen oben mitgetheilten Untersuchungen über Kalkschwämme 5 verschiedene Arten zu Grunde, nämlich den adriatischen *Sycon Humboldtii*, welchen er getrocknet untersuchte, und 2 Arten von Helgoland, sowie 2 Arten von Triest, welche er an diesen beiden Orten lebend beobachtete. Irrthümlich hielt derselbe die beiden Helgoländer Arten für identisch mit den beiden Triestiner und zugleich für identisch mit den beiden britischen, als *Grantia ciliata* und *G. botryoides* beschriebenen Arten. Durch genaue vergleichende Untersuchung zahlreicher Original-Exemplare von beiden Fundorten habe ich aber folgendes Resultat erhalten:

1. *Grantia botryoides* (Helgoland) = 32. Ascandra complicata, H.
2. — *botryoides* (Triest) = 33. Ascandra Lieberkühnii, H.
3. *Sycon ciliatum* (Helgoland) = 94. Sycandra ciliata, H.
4. — *ciliatum* (Triest) = 97. Sycandra raphanus, H.
5. — *Humboldtii* (Venedig?) = 105. Sycandra Humboldtii, H.

XI. Oscar Schmidt hat in seinen verschiedenen, oben bereits angeführten, spongiologischen Werken im Ganzen 22 verschiedene Arten von Kalkschwämmen beschrieben und grösstentheils zugleich abgebildet. Diese vertheilen sich nach der „Kritik und Synonymie der Gattungen", welche er im II. Supplemente der adriatischen Spongien (p. 7), und nach der „Verwandtschaftstabelle", welche er in den Spongien von Algier (p. 35) gegeben hat, auf 9 verschiedene Gattungen, von welchen er 5 zu den Calcispongiae sociales, 4 zu den Calcispongiae solitariae rechnet. Ich werde auf diese Eintheilung später bei der Kritik der Gattungen zurückkommen und gebe hier nur die Reduction der von Schmidt angeführten 22 Arten auf die Species meines natürlichen Systems. Die adriatischen Arten habe ich mit (A), die grönländischen mit (G) bezeichnet. Zu bemerken ist noch besonders, dass Schmidt's *Sycon ciliatum* von Triest identisch mit seinem *Sycon raphanus* (= *Sycandra raphanus*, H.), sein *Sycon Humboldtii* identisch mit seiner *Dunstervillia corcyrensis* (= *Sycandra Humboldtii*, H.) und die als *Sycon raphanus* angeführte grönländische Art = *Sycandra arctica*, H. ist.

A. Calcispongiae sociales.

1. *Leucosolenia Lieberkühnii* (A) = 33. Ascandra Lieberkühnii, H.
2. — *pulchra* (A) = 1. Ascetta primordialis, H. (?)
3. — *Fabricii* (G) = 22. Ascortis Fabricii, H.
4. *Clathrina clathrus* (A) = 3. Ascetta clathrus, H.
5. *Nardoa reticulum* (A) = 30. Ascandra reticulum, H.
6. *Leuconia solida* (A) = 53. Leucaltis solida, H.
7. — *stilifera* (G) = 73. Leucandra stilifera, H.
8. *Sycinula aspera* (A) = 64. Leucandra aspera, H.
9. — *penicillata* (G) = 66. Leucandra ananas, H.
10. — *Egedii* (G) = 58. Leucandra Egedii, H.
11. — *clavigera* (G) = 109. Sycandra compressa, H.

B. Calcispongiae solitariae.

12. *Ute chrysalis* (A) = 83. Sycilla chrysalis, H.
13. — *viridis* (A) = 84. Sycyssa viridis, H. (?)
14. — *glabra* (A) = 106. Sycandra glabra, H.
15. — *utriculus* (G) = 110. Sycandra utriculus, H.
16a. *Dunstervillia corcyrensis* (A) = } 105. Sycandra Humboldtii, H.
16b. *Sycon Humboldtii* (A) = }

17a. *Sycon ciliatus* (G)	=	94. Sycandra ciliata, H.
17b. — *ciliatus* (A)	=	97. Sycandra raphanus, H.
18. — *raphanus* (A)	=	
19. — *raphanus* (G)	=	107. Sycandra arctica, H.
20. — *setosus* (A)	=	99. Sycandra setosa, H.
21. — *capillosus* (A)	=	98. Sycandra capillosa, H.
22. *Syconella quadrangulata* (A)	=	91. Sycortis quadrangulata, H.

XII. J. E. Gray veröffentlichte 1867 in den Proceedings of the Zoological Society of London (p. 492—558) „Notes on the Arrangement of Sponges, with the Description of some new genera". Das ganze System der Spongien wird darin in einer höchst sonderbaren und wahrhaft abenteuerlichen Weise umgestaltet. Von den Kalkschwämmen unterscheidet er 11 Genera mit 19 Species, welche sich auf 3 Familien vertheilen (*Grantiadae* mit 15 Arten, *Alcyoncellidae* mit 3 Arten und *Aphrocerasidae* mit 1 Art). Ich werde auf dieses höchst unnatürliche System später in der Kritik der Gattungen zurückkommen und begnüge mich hier damit, die 19 von Gray aufgeführten Arten auf die Species meines natürlichen Systems zu reduciren. Man kann aber schon aus der bunten Reihenfolge, in welcher die verschiedensten Calcispongien durch einander stehen, und die nächstverwandten Arten weit getrennt sind, auf die wissenschaftliche Werthlosigkeit dieses „Arrangements" schliessen.

I. Familie: Grantiadae, Gray.

1. *Grantia ciliata*	=	94. Sycandra ciliata, H.
2. *Ute capillosa*	=	98. Sycandra capillosa, H.
3. — *ensata*	=	106. Sycandra glabra, H.
4. *Artynes compressa*	=	109. Sycandra compressa, H.
5. *Leucosolenia botryoides*	=	19. Ascaltis botryoides, H.
6. — *contorta*	=	31. Ascandra contorta, H.
7. — *lacunosa*	=	21. Ascortis lacunosa, H.
8. — *coriacea*	=	2. Ascetta coriacea, H.
9. *Leuconia nivea*	=	70. Leucandra nivea, H.
10. — *fistulosa*	=	65. Leucandra fistulosa, H.
11. — *pumila*	=	52. Leucaltis pumila, H.
12. *Leucogypsia Gossei*	=	60. Leucandra Gossei, H.
13. — *algoensis*	=	60. Leucandra algoensis, H. (?)
14. *Clathrina sulphurea*	=	3. Ascetta clathrus, H.
15. *Lelapia australis*	=	43. Leucetta pandora, H. (??)

II. Familie: Alcyoncellidae, Gray.

16. *Alcyoncellum gelatinosum*	=	103. Sycandra alcyoncellum, H.
17. *Dunstervillia tessellata*	=	104. Sycandra elegans, H.
18. — *corcyrensis*	=	105. Sycandra Humboldtii, H.

III. Familie: Aphrocerasidae, Gray.

19. *Aphroceras alcicornis* = 62. Leucandra alcicornis, H.

XIII. Miklucho-Maclay hat die Zahl der Kalkschwämme um zwei interessante Arten bereichert, nämlich seine *Guancha blanca* von der canarischen Insel Lanzerote und *Baeria ochotensis* aus dem Meere von Ochotsk. Ausserdem hat er noch drei canarische Species von Kalkschwämmen aus der Gattung *Nardoa* erwähnt, welche aber sämmtlich nur Farben-Varietäten einer Art sind. Nach unserem natürlichen Systeme sind diese Arten auf folgende Synonyme zu reduciren:

1. *Guancha blanca* = 5. Ascetta blanca, H.
2. *Nardoa canariensis* = }
3. *Nardoa rubra* = } 13. Ascaltis canariensis, H.
4. *Nardoa sulfurea* = }
5. *Baeria ochotensis* = 72. Leucandra ochotensis, H.

XIV. Carter hat schliesslich in der letzten Zeit (1871) ebenfalls noch zwei neue Calcispongien von der britischen Küste beschrieben und abgebildet (Annals and Mag. of nat. hist. 1871, Ser. IV, Vol. VIII, p. 1, 3, Pl. I, Fig. 1—12).

1. *Trichogypsia villosa* = 49. Leucyssa incrustans, H.
2. *Leuconia Johnstonii* = 71. Leucandra Johnstonii, H.

XV. Der „Prodromus eines Systems der Kalkschwämme", welchen ich 1869 im fünften Bande der „Jenaischen Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft" veröffentlichte (p. 236—254), enthält den Entwurf zu einem künstlichen System der Calcispongien, in logischer und consequenter Durchführung der Grundsätze, welche bis dahin von den Autoren für die Classification und Benennung dieser Thiere aufgestellt worden waren. Ich konnte damals bereits, gestützt auf das reiche von mir untersuchte Material, 132 verschiedene (künstliche) Species unterscheiden, welche sich auf 42 Genera vertheilten. Indem ich die Kritik dieser Genera demnächst folgen lasse und die systematische Bedeutung des Prodromus überhaupt im vierten Abschnitte dieses Bandes erläutern werde, beschränke ich mich hier darauf, die 132 im Prodromus aufgeführten künstlichen Arten auf die Benennungen zu reduciren, welche dafür im natürlichen Systeme der Kalkschwämme, in der ersten Abtheilung des zweiten Bandes dieser Monographie beibehalten worden sind. Die nachstehende Uebersicht enthält in den beiden Columnen links Genus und Species des Prodromus (in *Cursiv-Schrift*), in den beiden Columnen rechts (in stehender Schrift) die entsprechende Bezeichnung des natürlichen Systems.

2. **Tabelle zur Reduction der Genera und Species des „Prodromus“ auf die definitiven Bezeichnungen des natürlichen Systems.**

1. *Prosycum*	1. *simplicissimum*	=	11.	Ascyssa	troglodytes
—	2. *primordiale*	=	1.	Ascetta	primordialis
2. *Olynthus*	3. *simplex*	=	1.	—	primordialis
—	4. *guancha*	=	5.	—	blanca
—	5. *cyathus*	=	34.	Ascandra	echinoides
—	6. *pocillum*	=	25.	Asculmis	armata
—	7. *hispidus*	=	32.	Ascandra	complicata
3. *Olynthium*	8. *nitidum*	=	37.	—	nitida
—	9. *splendidum*	=	37.	—	nitida
4. *Amphoridium*	10. *viride*	=	84.	Sycyssa	viridis
5. *Amphoriscus*	11. *chrysalis*	=	83.	Sycilla	chrysalis
—	12. *urna*	=	81.	—	urna
—	13. *cyathiscus*	=	80.	—	cyathiscus
6. *Sycarium*	14. *ampulla*	=	96.	Sycandra	ampulla
—	15. *rhopalodes*	=	109.	—	compressa
—	16. *compressum*	=	109.	—	compressa
—	17. *utriculus*	=	110.	—	utriculus
—	18. *villosum*	=	100.	—	villosa
—	19. *vesica*	=	97.	—	raphanus
7. *Syconella*	20. *quadrangulata*	=	91.	Sycortis	quadrangulata
—	21. *proboscidea*	=	97.	Sycandra	raphanus
—	22. *tubulosa*	=	95.	—	coronata
8. *Sycum*	23. *ciliatum*	=	94.	—	ciliata
—	24. *arcticum*	=	107.	—	arctica
—	25. *coronatum*	=	95.	—	coronata
—	26. *giganteum*	=	94.	—	ciliata
—	27. *alopecurus*	=	96.	—	ampulla
—	28. *tessellatum*	=	104.	—	elegans
—	29. *ananas*	=	66.	Leucandra	ananas
—	30. *ovatum*	=	94.	Sycandra	ciliata
—	31. *clavatum*	=	100.	—	villosa
—	32. *lanceolatum*	=	94.	—	ciliata
—	33. *lingua*	=	109.	—	compressa
—	34. *tergestinum*	=	97.	—	raphanus
—	35. *raphanus*	=	97.	—	raphanus

Sycum	36. *capillosum*	=	98. Sycandra	capillosa
—	37. *setosum*	=	99. —	setosa
—	38. *Humboldtii*	=	105. —	Humboldtii
—	39. *inflatum*	=	97. —	raphanus
—	40. *petiolatum*	=	96. —	ampulla
9. *Dunstervillia*	41. *elegans*	=	104. —	elegans
—	42. *corcyrensis*	=	105. —	Humboldtii
—	43. *Schmidtii*	=	105. —	Humboldtii
—	44. *Lanzerotae*	=	104. —	elegans
—	45. *formosa*	=	104. —	elegans
10. *Artynas*	46. *compressus*	=	109. —	compressa
—	47. *utriculus*	=	110. —	utriculus
—	48. *rhopalodes*	=	109. —	compressa
—	49. *villosus*	=	100. —	villosa
11. *Ute*	50. *glabra*	=	106. —	glabra
—	51. *cusata*	=	106. —	glabra
12. *Cyathiscus*	52. *actinia*	=	62. Leucandra	alcicornis
13. *Dyssycum*	53. *fistulosum*	=	65. —	fistulosa
—	54. *penicillatum*	=	66. —	ananas
—	55. *clavigerum*	=	109. Sycandra	compressa
—	56. *solidum*	=	53. Leucaltis	solida
—	57. *periminum*	=	54. —	bathybia
14. *Dyssyconella*	58. *pumila*	=	52. —	pumila
—	59. *caminus*	=	59. Leucandra	caminus
15. *Sycinula*	60. *aspera*	=	64. —	aspera
—	61. *Egedii*	=	58. —	Egedii
—	62. *echinata*	=	66. —	ananas
16. *Leucosolenia*	63. *coralloides*	=	11. Ascyssa	troglodytes
—	64. *troglodytes*	=	11. —	troglodytes
—	65. *dictyoides*	=	1. Ascetta	primordialis
—	66. *himantia*	=	2. —	coriacea
—	67. *complicata*	=	32. Ascandra	complicata
—	68. *guancha*	=	5. Ascetta	blanca
—	69. *pulchra*	=	1. —	primordialis?
—	70. *thamnoides*	=	24. Ascortis	fragilis
—	71. *robusta*	=	33. Ascandra	Lieberkühnii
—	72. *Lieberkühnii*	=	33. —	Lieberkühnii
—	73. *Fabricii*	=	22. Ascortis	Fabricii
—	74. *botryoides*	=	19. Ascaltis	botryoides

Leucosolenia	75. *Grantii*	=	19.	Ascaltis	botryoides
—	76. *Darwinii*	=	15.	—	Darwinii
—	77. *Goethei*	=	18.	—	Goethei
—	78. *Lamarckii*	=	16.	—	Lamarckii
—	79. *Gegenbauri*	=	17.	—	Gegenbauri
—	80. *amoeboides*	=	32.	Ascandra	complicata
—	81. *variabilis*	=	39.	—	variabilis
—	82. *contorta*	=	31.	—	contorta
—	83. *echinoides.*	=	34.	—	echinoides
17. *Soleniscus*	84. *loculosus*	=	1.	Ascetta	primordialis
18. *Tarrus*	85. *densus*	=	28.	Ascandra	densa
—	86. *guancha*	=	5.	Ascetta	blanca
—	87. *reticulatus*	=	30.	Ascandra	reticulum
—	88. *labyrinthus*	=	3.	Ascetta	clathrus
—	89. *spongiosus*	=	17.	Ascaltis	Gegenbauri
19. *Tarroma*	90. *canariense*	=	13.	—	canariensis
—	91. *rubrum*	=	13.	—	canariensis
—	92. *sulphureum*	=	13.	—	canariensis
20. *Clathrina*	93. *sulphurea*	=	3.	Ascetta	clathrus
—	94. *loculosa*	=	1.	—	primordialis
21. *Sycidium*	95. *gelatinosum*	=	103.	Sycandra	alcyoncellum
—	96. *compressum*	=	109.	—	compressa
22. *Sycodendrum*	97. *ramosum*	=	94.	—	ciliatum
—	98. *procumbens*	=	97.	—	raphanus
23. *Artynium*	99. *compressum*	=	109.	—	compressa
24. *Aphroceras*	100. *alcicornis*	=	62.	Leucandra	alcicornis
25. *Sycothamnus*	101. *fruticosus*	=	40.	Leucetta	primigenia
26. *Leuconia*	102. *nivea*	=	70.	Leucandra	nivea
—	103. *Gossei*	=	60.	—	Gossei
—	104. *stilifera*	=	73.	—	stilifera
—	105. *algoensis*	=	60.	—	Gossei (?)
—	106. *solida*	=	53.	Leucaltis	solida
27. *Nardoa*	107. *guancha*	=	5.	Ascetta	blanca
—	108. *lacunosa*	=	21.	Ascortis	lacunosa
28. *Nardopsis*	109. *gracilis*	=	28.	Ascandra	densa
—	110. *reticulum*	=	30.	—	reticulum
29. *Coenostomella*	111. *caminus*	=	59.	Leucandra	caminus
30. *Clistolynthus*	112. *vesicula*	=	6.	Ascetta	vesicula
31. *Sycocystis*	113. *oviformis*	=	94.	Sycandra	ciliata

	Sycocystis	114. *compressa*	= 109.	Sycandra	compressa
	—	115. *utriculus*	= 110.	—	utriculus
32.	*Artynella*	116. *compressa*	= 109.	—	compressa
	—	117. *rhopalodes*	= 109.	—	compressa
	—	118. *utriculus*	= 110.	—	utriculus
33.	*Lipostomella*	119. *clausa*	= 40.	Leucetta	primigenia
	—	120. *capsula*	= 46.	Leucilla	capsula
34.	*Sycorrhiza*	121. *coriacea*	= 2.	Ascetta	coriacea
	—	122. *corallorrhiza*	= 23.	Ascortis	corallorrhiza
35.	*Aulorrhiza*	123. *intestinalis*	= 16.	Ascaltis	Lamarckii
36.	*Auloplegma*	124. *loculosum*	= 1.	Ascetta	primordialis
37.	*Sycophyllum*	125. *lobatum*	= 109.	Sycandra	compressa
	—	126. *compressum*	= 109.	—	compressa
38.	*Artynophyllum*	127. *compressum*	= 109.	—	compressa
39.	*Sycolepis*	128. *incrustans*	= 49.	Leucyssa	incrustans
	—	129. *pulvinar*	= 56.	Leucortis	pulvinar
40.	*Guancha*	130. *blanca*	= 5.	Ascetta	blanca
41.	*Thecometra*	131. *loculosa*	= 1.	—	primordialis
42.	*Sycometra*	132. *compressa*	= 109.	Sycandra	compressa

3. Die Genera der Calcispongien.

Die Genera der Kalkschwämme haben bisher in nicht geringerem Masse, als die Species dieser Thiergruppe, von den verschiedenen Naturforschern, die sich mit ihrer systematischen Beschreibung und Unterscheidung beschäftigten, eine sehr verschiedenartige Beurtheilung erfahren. Die verschiedensten Kalkschwämme sind von vielen Autoren unter gleichem Gattungs-Namen, umgekehrt aber auch oft eine und dieselbe Species unter mehreren sehr verschiedenen generischen Bezeichnungen beschrieben worden. Während aber bei den Characteristiken der Species meistens die ungenügende Untersuchung und Beobachtung an der systematischen Verwirrung Schuld war, so hat bei den Characteristiken der Genera noch weit mehr Unheil der Mangel an festen Classifications-Principien und an kritischem Urtheil bei den meisten Autoren angerichtet. Um aus diesem Chaos herauszukommen, erscheint es mir am zweckmässigsten, zunächst die Genera der bisherigen Autoren in historischer Reihenfolge mit den ursprünglichen Characteristiken wörtlich anzuführen, und darauf dann eine Kritik und Reduction derselben folgen zu lassen.

I. John Fleming fasste 1828 zum ersten Male sämmtliche Kalkschwämme in einer besonderen Gattung zusammen, welcher er, ihrem Entdecker zu Ehren, den

Namen *Grantia* gab. Seine Genus-Characteristik lautet: *Grantia:* „Porous, the cartilagineous skeleton strengthened by calcareous spicula“ [1]).

II. ROBERT GRANT selbst, der zuerst die kalkige Beschaffenheit des Skelets bei den Kalkschwämmen entdeckt hatte [2]), wollte nachher (1829) die Benennung *Grantia* in *Leucalia* und noch später (1861) statt dessen in *Leuconida* umgeändert wissen [3]).

III. A. RISSO vertheilte 1826 die sämmtlichen Schwämme des Mittelmeeres in zwei Genera: *Sycon* und *Spongia*. Das Genus *Sycon* enthielt nur zwei Species (*S. Humboldti* und *S. Poireti*); beide sind offenbar Kalkschwämme (wahrscheinlich *Sycandra Humboldti* und *Leucandra aspera*). Der Gattungs-Character lautete: „*Sycon:* Corpus elongato-ovatum, paululum incurvum, antice apertum, abrupte acuminatum, ciliatum, postice clausum, rotundatum; ventriculus corporis longitudinis; superficie interna cellulis numerosis, ovatis, excavatis sculpta“ [4]).

IV. BLAINVILLE fasste 1834 sämmtliche Kalkschwämme ebenfalls in einem Genus zusammen, und nannte dies *Calcispongia*, um damit den Character dieser Gattung, den übrigen Schwämmen gegenüber, auszudrücken. Seine Characteristik lautet: „*Calcispongia:* Corps peu mou, peu élastique, en forme de masse irrégulière, poreux, traversé par des canaux irréguliers, ouverts à l'extérieur par des oscules, et composé d'une substance subcartilagineuse, soutenue par des spicules de nature calcaire, et la plupart stelliforme“ [5]). BLAINVILLE führte unter seinem Genus *Calcispongia* dieselben fünf Species auf, welche FLEMING unter *Grantia* zusammengefasst hatte. Ausserdem aber beschreibt er noch einen anderen Kalkschwamm, von dem er nicht entscheiden will, ob er ein wirklicher Schwamm oder eine Coralle (*Alcyonium*) sei, unter dem Namen *Alcyoncellum gelatinosum*, mit folgendem Gattungs-Character (l. c. p. 529): „Corps fixé, mou, subgélatineux, solidifié par des spicules tricuspides, phytoide; à branches peu nombreuses, cylindriques, fistulaires, terminées par un orifice arrondi, à parois épaisses, composées de granules réguliers, polygones, alvéoliformes, percés d'un pore à l'extérieur et à l'intérieur.“ Dieser Kalkschwamm ist unzweifelhaft unsere *Sycandra alcyoncellum* (= *Grantia virgultosa*, BOWERBANK) [6]).

V. GEORGE JOHNSTON behielt 1842 für die Kalkschwämme, von denen er acht britische Species unterschied, FLEMING's Gattungs-Namen *Grantia* bei und gab dem-

---

1) JOHN FLEMING, History of British animals. Edinburgh 1828. p. 524.

2) ROBERT GRANT, Porifera. Edinburgh Encyclopaedy, Vol. XVIII, p. 844.

3) ROBERT GRANT, Porifera Leuconida. Tabular View of the primary divisions of the animal kingdom. 1861.

4) A. RISSO, Histoire naturelle de l'Europe méridionale et particulièrement de Nice et des Alpes maritimes. Paris 1826. Tome V, p. 368.

5) BLAINVILLE, Manuel d'Actinologie ou de Zoophytologie. Paris 1834. p. 530.

6) BOWERBANK, On the generic name *Alcyoncellum*. Annals and Magazin of natural history, 1869. Vol. III, p. 84.

selben folgende Characteristik: „*Grantia:* Spongiae plerumque albicantes minutissime porosae nec vi resiliendi praeditae, e spiculis calcareis multiformibus in membrana gelatinosa contextae; osculis rotundis planis. — Parvum sed nitidum genus, fucos confervasque littorales amans, nec rupes effugiens (vgl. p. 9)[1]).

VI. J. S. Bowerbank beschrieb 1845 einen neuen afrikanischen Kalkschwamm unter dem Namen *Dunsterrillia elegans* und gab dem neuen Genus *Dunsterrillia* dabei folgende Characteristik: „Sponge calcareous, outer surface arranged in polygonal plates or compartments. Body composed of simple, straight angulated canals, radiating from the central axis of the sponge[2]).“ Später (1862) unterschied Bowerbank unter den Kalkschwämmen vier verschiedene Genera: *Grantia, Leucosolenia, Leuconia* und *Leucogypsia.* Er nahm dabei keine Rücksicht auf die bereits 3 Jahre früher (1859) von Lieberkühn vorgenommene Trennung der Calcispongien in Grantien und Syconen. Die Characteristik, welche Bowerbank 1862 seinen vier Gattungen gab, und welche er 1864 in den „British Spongiadae“ beibehielt, lautet wörtlich[3]): 1. *Grantia* (Brit. Spong. Vol. I, p. 162; Vol. II, p. 1): „Sponge furnished with a central cloaca, parietes constructed of interstitial cells, more or less regular and angular in form, disposed at right angles to the external surface, and extending in length from the outer to very near the inner surface of the sponge, where each terminates in a single osculum.“ 2. *Leucosolenia* (Brit. Spong. Vol. I, p. 164; Vol. II, p. 2): „Sponge fistular. Formed of a single layer of triradiate and other spicula, surrounding a large central cloaca, which extends into all parts of the sponge.“ 3. *Leuconia* (Brit. Spong. Vol. I, p. 164; Vol. II, p. 2): „Sponge furnished with cloacae, one or more. Parietes of sponge formed of a mass of irregularly disposed interstitial membranes, and triradiate and other spicula; permeated by sinuous excurrent canals, the oscula of which are irregularly disposed over the surfaces of the cloacae.“ 4. *Leucogypsia* (Brit. Spong. Vol. I, p. 165; Vol. II, p. 2): „Sponge massive, without cloacae; formed of irregularly disposed membranous tissues and spicula. Oscula at the external surface.“

VII. N. Lieberkühn unterschied 1859 unter den Kalkschwämmen zwei Genera, *Grantia* und *Sycon,* indem er bemerkt: „Es möchte wohl am übersichtlichsten sein, aus den Kalkspongien zwei Gattungen zu bilden, zu deren einer die unregelmässig verästelten Formen zu rechnen wären, während zu der anderen die eine einfache Spindel oder einen Kegel bildenden gehörten. Für die erstere Gattung schlage ich

---

1) George Johnston, A history of British Sponges and Lithophytes. Edinburgh 1842. p. 251 (and p. 172).

2) J. S. Bowerbank, Description of a new genus of calcareous Sponges. Annals and Magazin of nat. hist. 1845. Vol. XV, p. 297—301; Pl. XVII.

3) J. S. Bowerbank, On the generic characters, the specific characters and on the method of examination of the Spongiadae. Philosophical Transactions. London 1862. Vol. 152, p. 1093.

den Namen *Grantia* vor, für die letztere den Namen *Sycon,* mit welchem bereits Risso dieselbe Form belegte"[1]).

VIII. Oscar Schmidt hat in seinen verschiedenen spongiologischen Arbeiten im Ganzen neun verschiedene Genera von Kalkschwämmen unterschieden, welche er 1868 in seiner „Verwandtschaftstabelle der mittelmeerisch-adriatischen Spongien"[2]) in zwei Abtheilungen gruppirt: a: Calcispongiae Sociales: 1. *Leucosolenia,* 2. *Clathrina,* 3. *Nardoa,* 4. *Leuconia,* 5. *Sycinula.* b: Calcispongiae Solitariae: 6. *Ute,* 7. *Dunstervillia,* 8. *Sycon,* 9. *Syconella.* Eine vollständige Characteristik von allen neun Gattungen hat Schmidt nicht gegeben. In seinem ersten Werke, den adriatischen Spongien, hat er nur fünf Genera characterisirt[3]). Wenn man diese Gattungs-Diagnosen mit den kürzeren Bemerkungen zusammenstellt, welche er über die anderen Genera macht, und mit demjenigen, was er im zweiten Supplemente (1866) über das Verhältniss seiner adriatischen Gattungen zu Bowerbank's britischen Genera bemerkt[4]), so ergiebt sich nach Schmidt's Auffassung etwa folgende Characteristik seiner neun Calcispongien-Genera: I. Calcispongiae sociales (Kalkschwämme mit mehreren oder vielen Ausströmungsöffnungen): 1. *Leucosolenia,* Bowerbank: „dünnwandige verästelte Röhren ohne entwickelte Ausströmungs-Canäle". 2. *Nardoa,* Schmidt: „verflochtene Röhren, bei welchen die Lücken des Balkensystems in ganz eigenthümlicher Weise das Ausströmungssystem vertreten". 3. *Clathrina,* Gray, besteht „aus unregelmässig sich verflechtenden und verbindenden soliden Balken, die zwei sehr differente Schichten besitzen, eine äussere farblose mit Spicula, eine innere, gelbliche, körnige ohne Nadeln; keine Hohlräume!" 4. *Leuconia,* Bowerbank (= *Grantia,* Schmidt), Kalkschwämme „unregelmässig massig oder

---

1) N. Lieberkühn, Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien. Archiv für Anat. und Physiol. 1859, p. 372.

2) Oscar Schmidt, Algier. Spongien, 1868, p. 35.

3) Oscar Schmidt, Adriat. Spongien, 1862, p. 14—18.

I. Sycon, Lieberkühn. Calcispongiae corpore plus minusve regulariter fusiformi vel sacciformi, aut pedunculato, aut infra globoso. Sinus centralis plerumque regulariter sacciformis et simplex desinit in osculum spiculorum simplicium longiorum corona circumdatum (Species: 1. *S. ciliatum,* 2. *S. Humboldtii,* 3. *S. raphanus*, 4. *S. setosum*, 5. *S. asperum*).

II. Dunstervillia, Bowerbank. Calcispongiae globosae vel fusiformes. Osculum unicum spiculorum corona circumdatum. Sinus centralis regularis. Corporis superficies regulariter reticulata, qui adspectus spiculorum peculiarium nidis vel fasciculis efficitur (Species: *D. corcyrensis*).

III. Ute, O. Schmidt. Calcispongiae subregulares sacciformes. Osculum amplum in fine anteriori, corona spiculorum non munitum (Species: *U. capillosa*).

IV. Grantia, Lieberkühn. Calcispongiae forma irregulariter tuberosa vel ramosa. Corporis sinus irregulares in unum vel compluria oscula desinunt (Species: 1. *G. Lieberkühnii,* 2. *G. pulchra,* 3. *G. solida*).

V. Nardoa, O. Schmidt. Calcispongiae superficie lacunosa vel favosa, canalibus sinuosis amplioribus parietes corporis perforantibus. Parenchyma fragilius (Species: *N. reticulum*).

4) O. Schmidt, Kritik und Synonymie der Gattungen. Adriat. Spong. II. Supplem. p. 7.

knollig, bei fortgesetztem Wachsthum ihre Oscula vermehrend, mit unregelmässigen und verästelten Einströmungsgängen. Oscula nackt". 5. *Sycinula*, SCHMIDT[1]), Kalkschwämme, „unregelmässig massig oder knollig, bei fortgesetztem Wachsthum ihre Oscula vermehrend, mit unregelmässigen und verästelten Einströmungsgängen. Oscula mit einer Strahlenkrone". II. Calcispongiae solitariae. (Kalkschwämme mit einer einzigen Ausströmungsöffnung.) „Alle mit regelmässiger Schlauchstructur der Wandung": 6. *Ute*, SCHMIDT. Das Osculum weder mit einem Strahlenkranze, noch am Ende eines dünnhäutigen Schornsteins. 7. *Dunstervillia*, BOWERBANK. Osculum mit einer aufrechten und einer zweiten, fast horizontalen Strahlenkrone. 8. *Sycon*, RISSO. Osculum nur mit einer einfachen Strahlenkrone. 9. *Syconella*, SCHMIDT. Osculum ohne Strahlenkrone, aber am Ende eines dünnhäutigen, schornsteinartigen Aufsatzes.

IX. J. E. GRAY hat 1867 „Bemerkungen über die Classification der Schwämme" veröffentlicht, welche das System dieser Thierclasse auf ganz neuer Grundlage aufrichten sollten. Leider ist diese Arbeit so ohne alle gründliche Kenntniss der Spongien und ihrer Literatur, so ohne alle consequente Logik völlig willkührlich zusammengestellt, dass sie gar keinen wissenschaftlichen Werth besitzt und nur als literarische Curiosität von Interesse ist. Indessen muss ich der Vollständigkeit halber hier dennoch den die Kalkschwämme betreffenden Theil reproduciren (l. c. p. 553—558). GRAY ordnet die „Subclass: *Porifera calcarea*" in drei Familien mit 11 Gattungen[2]).

Fam. 1. **Grantiadae.**

Sponge tubular or massive, pierced with a tubular cloaca. Outer surface strengthened with three-rayed spicules.

**Sponge tubular, isolated or clustered.*

I. Grantia, BOWERBANK. Sponge tubular, fusiform, globular or bag-like, hispid. Oscules terminal, surrounded by a single series of cilia. Spicules triradiate, rays equiangular, elongate *(Grantia ciliata)*.

II. Ute, O. SCHMIDT. Sponge tubular solitary, sac-shaped or fusiform, more or less pedunculated. Oscules terminal, not crowned with a series of cilia (1. *U. capillosa*, 2. *U. ensata*).

**Sponge tubular, with one or many terminal oscules.*

III. Artynes, GRAY. Sponge tubular, compressed, simple or lobed above, with an oscule terminating each lobe. Surface even. Mouth of oscule without cilia. Spicules of outer surface clavate, bent. Skeleton three-rayed *(Artynes compressa)*.

1) O. SCHMIDT, Adriat. Spong. II. Supplem. p. 7 und Algier. Spong. (III. Supplem.) p. 29, 35.

2) J. E. GRAY, Notes on the arrangement of Sponges, with the Descriptions of some new Genera. Proceedings of the Zoological Society of London, 1867, p. 492—558.

**** Sponge massive, with a tubular cloaca.*

IV. Leucosolenia, BOWERBANK. Sponge tubular, formed of a single layer of triradiate and other spicula. IV A. Arborescent (1. *L. botryoides*). IV B. Massive (*Nardoa*, 2. *L. contorta*, 3. *L. lacunosa*). IV C. Incrusting. Spicula minute (4. *L. coriacea*).

V. Leuconia, GRANT. Sponge massive, permeated by sinuous canals, strengthened with irregularly placed triradiate and other spicula (1. *L. nivea*, 2. *L. fistulosa*, 3. *L. pumila*).

VI. Leucogypsia, BOWERBANK. Sponge massive, with oscules on outer surface and no cloaca, formed of irregularly disposed membranes and spicula (1. *L. Gossei*, 2. *L. algoensis*).

VII. Clathrina, GRAY. Sponge branched; branches slightly compressed, variously and irregularly anastomosing. Oscules at the end of the smaller branches. Spicula triradiate, rays blunt (*C. sulfurea*).

VIII. Lelapia, GRAY. Sponge? Spicules calcareous, elongate fusiforme, with two more or less elongated nearly parallel branches at one end (*L. australis*).

Fam. 2. **Alcyoncellidae.**

Sponge tubular, simple or branched. Outer surface tessellated, formed of square perforated cells. Oscules terminal.

IX. Alcyoncellum, BLAINVILLE. Sponge soft, subgelatinous, slightly branched (*A. gelatinosum*).

X. Dunstervillia, BOWERBANK. Sponge tubular, fusiform or globose, hispid. Surface even, tessellated. Oscules single, terminal, surrounded with two series of cilia, one vertical, and the other expanded horizontally. Spicules of skeleton three-rayed, rays equal; of fringe rigid, fusiform (1. *D. tessellata*, 2. *D. corcyrensis*).

Fam. 3. **Aphrocerasidae.**

Sponge tubular, branched, formed of two coats; outer coat of simple fusiform spicula, placed side by side in the longitudinal axis of the stem and branches. Inner coat and network of interlaced fibres, placed in all directions. Branches simple, attenuated and open at the tip.

XI. Aphroceras, GRAY (*A. alcicornis*).

Da dieser systematische Versuch von GRAY (wenn wir von O. SCHMIDT's Eintheilung der Kalkschwämme in *Solitariae* und *Sociales* absehen) bis auf meinen Prodromus der einzige Versuch war, die Genera der Calcispongien in Familien zu vertheilen, so muss ich hier noch einige kritische Worte hinzufügen. Für Jeden, der nur einigermassen mit der Systematik der Spongien vertraut ist, bedarf es keines besonderen Hinweises darauf, dass dies Spongien-System in Bezug auf Willkühr der Anordnung, völligen Mangel an Logik und Unnatürlichkeit der Auffassung das Aeusserste

leistet. Diese gerechten Vorwürfe werden aber dadurch zu der schwersten Anklage, dass Herr GRAY weder die Spongien aus eigener Untersuchung genau kennt, noch die betreffende Literatur ordentlich verglichen hat. So kommt es denn, dass dieser ganze systematische Versuch nicht mehr Werth hat, als der beliebige Einfall eines Dilettanten, der jeder gründlichen Kenntniss sowohl des Gegenstandes als der bezüglichen Literatur entbehrt; er hat nicht mehr Werth, als das berüchtigte Machwerk von DUCHASSAING DE FOMBRESSIN und GIOVANNI MICHELOTTI über die „Spongiaires de la mer caraibe" (1864). Wie dieses letztere Werk jedes wissenschaftlichen Werthes entbehrt und nur Confusion in der Literatur anrichtet, so gilt dasselbe leider auch von den obigen „Notes" von GRAY. Die scharfe Kritik, welche BOWERBANK [1]) und O. SCHMIDT [2]) darüber ausgesprochen haben, ist noch viel zu milde. Eigentlich ist vollständiges Ignoriren die einzige gerechte Strafe für solche wissenschaftlichen Sünden, und zugleich das einzige Mittel, um den nutzlosen Ballast möglichst bald wieder aus der Literatur zu entfernen. Da jedoch Herr GRAY wegen der ungeheuren Masse überflüssiger Gattungsnamen, welche er in die systematische Zoologie geworfen hat, bei vielen Systematikern ein grosses, obwohl unverdientes Ansehen geniesst, und da jener Versuch zu einer Gruppirung der Calcispongien eben bisher (ausser SCHMIDT's und meinen Versuchen) der einzige war, so muss ich hier ausdrücklich die völlige Unbrauchbarkeit und Werthlosigkeit des GRAY'schen „Dys-Arrangements" constatiren. Ich glaube dieses harte Urtheil nicht besser motiviren zu können, als dadurch, dass ich seine völlig willkührlichen und gänzlich unzutreffenden Diagnosen vorstehend wörtlich abgedruckt habe und nun den Leser auffordere, damit die thatsächlichen Verhältnisse der Calcispongien-Classification, wie sie sich aus dem natürlichen und dem künstlichen Systeme des zweiten Bandes dieser Monographie ergeben, zu vergleichen. In den Diagnosen der bunt durch einander gewürfelten 11 Gattungen ist geradezu Alles entweder falsch oder für den Genus-Character werthlos. Die drei Familien aber, in welche GRAY die Kalkschwämme eintheilt, haben ungefähr dieselbe Berechtigung, welche folgende Classification der Säugethiere haben würde: Erste Gruppe (entsprechend den *Aphroceradidae*): Säugethiere mit einem langen Rüssel und grossen Ohren: der Elephant; zweite Gruppe (entsprechend den *Alcyoncellidae*): Säugethiere mit einer grossen Mähne am Halse: der Löwe, der Seelöwe und das Löwenäffchen; dritte Gruppe (entsprechend den *Grantiadae*): alle übrigen Säugethiere.

X. MIKLUCHO-MACLAY hat zwei neue Genera von Kalkschwämmen aufgestellt: *Guancha* und *Baeria*. Die Gattung *Guancha* gründete er auf den kleinen, von ihm auf der canarischen Insel Lanzerote beobachteten, und durch seine Polymorphose

1) BOWERBANK, Annals and Mag. of nat. hist. 1869, Vol. III, p. 84.

2) O. SCHMIDT, Adriat. Spong. III. Supplem. (Algier. Spong.) p. 33.

ausgezeichneten Asconen *(Guancha blanca)*. Er vermochte denselben eben wegen dieser Vielgestaltigkeit nicht in SCHMIDT's System einzureihen, da er ihm verschiedene Formen desselben *(Ute, Nardoa* und andere) zu repräsentiren schien [1]). Das andere Genus, *Baeria*, gründete er auf einen Leuconen aus dem ochotskischen Meere *(Baeria ochotensis)*, welchen er nach den bestehenden Systemen zu *Leuconia*, BOWERBANK (= *Grantia*, SCHMIDT) hätte stellen müssen [2]). Eine Genus-Characteristik hat er weder von *Guancha* noch von *Baeria* gegeben.

XI. CARTER hat schliesslich 1871 (ohne Genus-Diagnose) ein neues Calcispongien-Genus: *Trichogypsia* aufgestellt und als dessen Repräsentanten eine Leucon-Art beschrieben, welche ich schon 2 Jahre früher im Prodromus als *Sycolepis incrustans* aufgeführt hatte.

XII. Der „Prodromus eines Systems der Kalkschwämme", in welchem ich 1869 die bis dahin beschriebenen Species der Calcispongien nebst den neuen von mir untersuchten Arten zusammenstellte und auf Grund des bestehenden künstlichen Systems zu classificiren versuchte, enthält 42 Genera, unter denen sich 12 alte und 30 neue Gattungs-Namen befinden. Bevor ich die Beziehungen dieser Genus-Bezeichnungen zu denjenigen des „künstlichen Systems der Kalkschwämme" (im II. Bande dieser Monographie) feststelle, erscheint es nothwendig, zunächst die sehr verschiedene Bedeutung hervorzuheben, in welcher die bisher gebräuchlichen Genus-Namen von den verschiedenen Autoren angewendet worden sind. Es folgt demnach hier zunächst eine Kritik der Genera.

1. **Grantia**, der älteste Name für die Kalkschwämme, wurde 1828 von FLEMING als Genus-Bezeichnung für sämmtliche Species dieser Gruppe eingeführt, und in demselben Sinne 1842 von JOHNSTON beibehalten. Später ist aber die Bezeichnung *Grantia* nur als Genus-Namen für einen Theil der Calcispongien angewendet, und zwar 1859 von LIEBERKÜHN für die Asconen, 1862 von BOWERBANK für die Syconen, und in demselben Jahre von O. SCHMIDT für die Leuconen. Wollte man demnach wirklich die Bezeichnung *Grantia* als Genus-Namen für einen Theil der Kalkschwämme beibehalten, so könnte dies nach unzweifelhaftem Prioritäts-Rechte nur für die Asconen geschehen. Denn diese hat LIEBERKÜHN schon 1859 *Grantia* genannt, während BOWERBANK erst drei Jahre später dafür die Bezeichnung *Leucosolenia* einführen wollte. Da aber unter *Grantia* (wie ich aus den mir vorliegenden Sammlungen noch deutlicher als aus der Literatur ersehe) die meisten deutschen Autoren Leuconen, die meisten englischen Autoren dagegen Syconen verstehen, so dürfte es wohl am besten sein, diesen Namen als Genus-Bezeichnung ganz fallen zu lassen,

1) N. MIKLUCHO-MACLAY, Beiträge zur Kenntniss der Spongien. Jenaische Zeitschr. für Med. u. Nat. 1868, Band IV, p. 230—232.

2) N. MIKLUCHO-MACLAY, Ueber einige Schwämme des nördlichen stillen Oceans und des Eismeeres. Mémoires de l'Académie impériale de S. Petersbourg. 1870, Tom. XV, p. 16.

und nur im Sinne seines ursprünglichen Autors als Collectiv-Bezeichnung für sämmtliche Kalkschwämme anzuwenden, also synonym mit *Calcispongia*, BLAINVILLE.

2. **Sycon** nannte schon 1826 RISSO zwei Kalkschwämme, von denen er nicht wusste, dass sie Calcispongien seien. Der eine von diesen ist wahrscheinlich ein Sycon (*Sycandra Humboldti*, H.?), der andere ein Leucon (*Leucandra aspera*, H.?). Später wendete zuerst LIEBERKÜHN (1859) die Bezeichnung *Sycon* wieder an, und zwar für echte Syconen (*Sycandra ciliata* von Helgoland). O. SCHMIDT beschränkte nachher den Namen auf diejenigen Syconen, welche „ein Osculum mit einer einfachen Strahlenkrone“ besitzen (= *Sycarium*, H.). Ich gebrauche die Bezeichnung Sycon hier in weiterem Sinne, indem ich sie auf alle Orthoporeuten des Prodromus ausdehne.

3. **Calcispongia** führte 1834 BLAINVILLE in gleichem Sinne als einzige Genus-Bezeichnung für alle Kalkschwämme ein, wie FLEMING und JOHNSTON *Grantia* anwendeten. Die Benennung Calcispongiae ist seitdem von den meisten übrigen Autoren als systematische Collectiv-Bezeichnung für sämmtliche Kalkschwämme beibehalten worden, und hat demnach bald den Werth einer Familie, bald einer Ordnung, bald einer Subclasse erhalten.

4. **Alcyoncellum** *(gelatinosum)* nannte 1834 BLAINVILLE die *Sycandra alcyoncellum*, H. (103. Species meines natürlichen Systems). Da er ihre Kalkschwamm-Natur nicht erkannte, und überhaupt nicht wusste, ob sie eine Spongie oder eine Coralle sei, trennte er sie von seiner Gattung *Calcispongia* ab. QUOY und GAYMARD, welche das *Alcyoncellum gelatinosum*, BLAINVILLE (= *Sycandra alcyoncellum*, H.) gesammelt und an BLAINVILLE zur Untersuchung abgegeben hatten, haben später in der „Voyage de l'Astrolabe“ (Tome IV, p. 203) unter dem Namen *Alcyoncellum speciosum* einen gänzlich verschiedenen Kieselschwamm beschrieben und abgebildet, nämlich die *Corbitella speciosa*, GRAY (*Euplectella speciosa*, OWEN). Dabei haben sie aber als Diagnose des Genus *Alcyoncellum* die von BLAINVILLE für den oben genannten Kalkschwamm gegebene Characteristik wörtlich beibehalten! Freilich passt nun kein einziges darin angegebenes Merkmal des Kalkschwammes *(A. gelatinosum)* auf den in jeder Beziehung völlig verschiedenen Kieselschwamm *(A. speciosum)*, der auch äusserlich nicht die geringste Aehnlichkeit mit ersterem hat. Indessen wird über diesen Widerspruch nur derjenige Leser erstaunt sein, welcher nicht mit der grenzenlosen Liederlichkeit und Leichtfertigkeit der Messieurs QUOY et GAYMARD bereits aus ihren übrigen literarischen Machwerken bekannt ist. Wie schon BOWERBANK in seiner Notiz „On the generic name Alcyoncellum“ (Ann. Mag. nat. hist. 1869, Vol. III, p. 84) gezeigt hat, ist dieser Name für keinen Kalkschwamm verwendbar.

5. **Dunstervillia** nannte 1845 BOWERBANK einen neuen afrikanischen Kalkschwamm als Typus eines neuen Genus, welches sich durch die zierliche Täfelung der äusseren Oberfläche des glatten rundlichen Körpers auszeichnen sollte. Auch

O. SCHMIDT behielt 1862 dieses Genus bei und bemerkt dazu: „Nach Habitus und Bau schliessen sich die Dunstervillien eng an die Syconen an. Ich bin jedoch mit BOWERBANK einverstanden, dass die eigenthümlichen Nadelbündel, welche eine besondere Schicht bilden und die Oberfläche wie getäfelt oder genetzt erscheinen lassen, an sich hinreichen zur Aufstellung einer Gattung.“ Die Characteristik derselben lautet (Adriat. Spong. 1862, p. 16): „Corporis superficies regulariter reticulata, qui adspectus spiculorum peculiarium nidis vel fasciculis efficitur.“ Später hat SCHMIDT (1866) ausser der „gefelderten Aussenseite“ auch „die doppelte Strahlenkrone“ in die Gattungs-Diagnose mit aufgenommen (II. Supplem. p. 7), und noch später (1868) die letztere allein berücksichtigt: „Osculum mit einer aufrechten und einer zweiten, fast horizontalen Strahlenkrone“ (III. Supplem. p. 29). Indess ist dieser doppelte Peristomkranz ein so variables Merkmal, dass er nicht einmal zur Characteristik einer künstlichen, geschweige denn einer natürlichen Gattung ausreicht, wie ich sowohl bei *Sycandra elegans*, H. (= *Dunstervillia elegans*, BOWERBANK), als bei *S. Humboldtii*, H. (= *Dunstervillia corcyrensis*, O. SCHMIDT) gefunden habe. Ebenso wenig characteristisch ist die „getäfelte oder gefelderte Oberfläche“, welche bei den verschiedensten Syconen mehr oder weniger deutlich ist. Daher muss das Genus *Dunstervillia* ganz wegfallen. Auch scheint sein Autor, BOWERBANK, es selbst ganz aufgegeben zu haben, da er seine *Dunstervillia elegans* (von 1845) 21 Jahre später (1866) im II. Bande der British Sponges als *Grantia tessellata* beschreibt, ohne des früheren Namens mit einem Worte zu gedenken.

6. **Aphroceras** nannte 1858 J. E. GRAY ein neues Genus von Kalkschwämmen, von welchem er folgende Characteristik gab: „Sponge tubular, branched, without any large superficial oscules, formed of two distinct coats, externally covered with simple fusiform calcareous spicula, placed side by side in the longitudinal axis of the stem and branches, forming an even coat; inner surface of the tube lined with a minute network of interlaced fibres placed in all directions; branches simple, tapering, attenuated at the tip, with a round terminal contracted aperture“ (GRAY, Description of *Aphroceras*, a new genus of Calcareous Spongiadae. Proceed. of the Zoolog. Soc. 1858, p. 113; Pl. X, Fig. 1, 2). Später (1867) hat GRAY die einzige Art der Gattung, *Aphroceras alcicornis*, mit etwas modificirtem Character sogar zum Repräsentanten einer besonderen Familie: *Aphrocerasidae* erhoben. Wäre die angegebene Diagnose auch nur annähernd richtig, so würde sich dieser Kalkschwamm sehr auffallend von allen übrigen unterscheiden. Allein die Beschreibung von GRAY ist ganz oberflächlich und unrichtig, und offenbar nur nach einer höchst flüchtigen Untersuchung angefertigt. Ich habe die *Leucandra alcicornis* (62. Species des natürlichen Systems) nach GRAY's Original-Exemplaren sehr sorgfältig untersucht und dabei gefunden, dass dieser Leucon nicht generisch von anderen Leucandra-Arten zu unterscheiden ist (Band II, p. 186). Indessen habe ich die Bezeichnung in einem anderen

Sinne für mein künstliches System beibehalten, indem ich den Begriff auf „mundlose Leuconen-Stöcke" ausdehnte.

7. **Leuconia** wollte ROBERT GRANT 1861 als gemeinsamen Gattungs-Namen für sämmtliche Kalkschwämme einführen, nachdem er bereits früher (1829) dafür die Bezeichnung *Leucalia* (statt *Grantia*) in Vorschlag gebracht hatte. Indess ist dieser letztere Name nicht in Aufnahme gekommen. *Leuconia* hat dagegen BOWERBANK 1862 wieder aufgenommen und als Bezeichnung für diejenigen Kalkschwämme benutzt, welche ein unregelmässig verästeltes Canalsystem, gleich den meisten Kieselschwämmen, besitzen. Allerdings stellte BOWERBANK daneben noch eine zweite Gattung derselben auf, welche er *Leucogypsia* nannte (s. oben p. 49). GRAY adoptirte beide Gattungen. Indessen ist diese letztere von der ersteren nur dadurch etwas verschieden, dass die grosse Körperhöhle (Magenhöhle) bei *Leucogypsia* viel kleiner und die davon ausgehenden verästelten Canäle überhaupt enger sind, als bei *Leuconia*. Schon O. SCHMIDT hat dies 1866 (im II. Supplem. p. 8) ganz richtig beurtheilt. In der That ist es unmöglich, die Leuconien von den Leucogypsien zu trennen. Im Prodromus hatte ich *Leuconia* als Genus-Namen in einem etwas engeren Sinne gefasst. Indessen halte ich es jetzt für angemessener, Leucones in weiterem Sinne alle diejenigen Kalkschwämme zu nennen, welche ich im Prodromus in der Abtheilung der Cladoporeuta zusammengestellt hatte.

8. **Leucogypsia**, von BOWERBANK 1862 aufgestellt, fällt nach dem eben Gesagten mit *Leuconia* zusammen und ist durch keinen scharfen Differential-Character davon zu trennen. Ich benutze den Namen *Leucogypsia* für ein Subgenus meiner Gattung *Leucandra*, zu welcher auch die von BOWERBANK als Typus von *Leucogypsia* beschriebene *L. Gossei* gehört.

9. **Leucosolenia**, ebenfalls von BOWERBANK 1862 aufgestellt, umfasst nach seiner Characteristik im Wesentlichen dieselben Kalkschwämme, welche meine natürliche Familie der Asconen oder Microporeuten bilden. Es sind dieselben, für welche LIEBERKÜHN 1859 die Bezeichnung *Grantia* in Vorschlag gebracht hatte. SCHMIDT hat (1866) den Gattungsbegriff in engerem Sinne gefasst, indem er nur einen Theil dieser kleinen Kalkschwämme *Leucosolenia*, einen andern Theil *Nardoa* nannte, und später hat er von dieser nach GRAY's Vorgange auch noch *Clathrina* abgetrennt. Ich würde für sämmtliche Asconen die Bezeichnung *Leucosolenia* beibehalten haben, wenn nicht dieser sechssylbige Name sich sehr wenig als Stammwort für alle davon abzuleitenden Bezeichnungen eignete, eben so wenig als meine eigene Benennung *Microporeuta*. Ich ziehe daher den zweisylbigen Namen *Ascon* vor.

10. **Ute** nannte O. SCHMIDT 1862 solitäre Kalkschwämme mit einfachem nackten Osculum, „ohne Strahlenkrone und ohne schornsteinartige Ausflussröhre". Die Gattung wurde in diesem Sinne auch von GRAY adoptirt. Alle von beiden Autoren aufgeführten Arten dieses Genus sind nacktmündige Syconen und entsprechen

unserem künstlichen Genus *Sycurus*. Dagegen haben andere Autoren, wie ich aus den Manuscript-Bezeichnungen mehrerer mir vorliegenden Sammlungen ersehe, die Bezeichnung *Ute* (sich wörtlich an SCHMIDT's Diagnose haltend) überhaupt für „nacktmündige Personen", nicht allein unter den Syconen, sondern auch unter den Leuconen und Asconen gebraucht. Es dürfte daher am passendsten sein, diese Bezeichnung ganz fallen zu lassen.

11. **Nardoa** stellte O. Schmidt 1862 für eine Ascon-Form auf, deren Körper „ein labyrinthisches, lückenreiches Geflecht" bildet. Später (1866) unterschied er sie von *Leucosolenia* dadurch, dass „die Lücken des Balkensystems in ganz eigenthümlicher Weise das Ausströmungssystem vertreten". MIKLUCHO nannte (1868) eine *Auloplegma*-Art *(A. canariense) Nardoa*. Die von den Autoren zu *Nardoa* gerechneten Formen verhalten sich bezüglich ihrer Mündung sehr verschieden, und entsprechen verschiedenen Gattungen meines künstlichen Systems: „Nardorus, Nardopsis, Tarrus, Tarropsis, Auloplegma". Uebrigens ist der Name *Nardoa* bereits 1840 von GRAY für eine Echinodermen-Form (ein Asteriden-Genus) verbraucht, und schon desshalb nicht weiter anwendbar.

12. **Clathrina** wurde 1867 von GRAY für eine Ascon-Form *(Ascetta clathrus)* aufgestellt, welche sich nach O. SCHMIDT dadurch auszeichnen sollte, dass der Körper aus soliden, unregelmässig sich verflechtenden und verbindenden Balken bestünde. In der That sind diese Balken aber hohl, wie die Röhren aller Asconen, und die Art, welche als Typus die Gattung constituirte, ist ein *Auloplegma*. Im Prodromus hatte ich den Gattungsnamen *Clathrina* für die *Ascetta clathrus* und die nahe verwandte *A. loculosa* beibehalten, weil bei diesen beiden Asconen die hohlen Röhren oder Canäle „inwendig fächerig sind, nämlich durch unregelmässige Scheidewände in zahlreiche, mit einander communicirende Fächer zerfallend, in denen sich die Embryonen befinden" (Prodrom. p. 245). Indessen habe ich mich nachher überzeugt, dass diese Eigenthümlichkeit keineswegs ein constanter Genus-Character, nicht einmal ein ausreichender Species-Character ist. Bei *Ascetta clathrus* giebt es Auloplegma-Stöcke, von denen ein Theil der Röhren fächerig, ein Theil nicht fächerig ist (var. *mirabilis*; Band II, p. 31). Das Genus *Clathrina* fällt demnach weg. CARTER hat kürzlich versucht, GRAY's Namen *Clathrina sulfurea* zu rehabilitiren, indem er ihn auf die Tarrus-Form von *Ascetta coriacea* anwendet, welche er irrthümlicherweise für identisch mit *A. clathrus* hält (Ann. and Mag. of nat. hist. 1871, Vol. VII, p. 278 „On the nomenclature of *Clathrina*, GRAY"). Indessen giebt er keinerlei neue Argumente, welche dieses Genus aufrecht erhalten könnten. *Clathrina* im Sinne CARTER's ist nach seiner hier gegebenen Beschreibung identisch mit dem (1869) aufgestellten künstlichen Genus *Tarrus* des Prodromus.

13. **Artynes**, von GRAY 1867 für eine einzelne Sycandra-Species *(S. compressa)* aufgestellt, ist in seinem Sinne gar nicht haltbar, da die betreffende Art sich gar nicht

wesentlich von anderen nächstverwandten Sycandra-Arten unterscheidet. Im Prodromus hatte ich diesen Namen für eine neue Gattung beibehalten, welche als solche (durch ihre fächerige Magenhöhle) ebenfalls nicht genügend characterisirt ist. Ich verwende die Bezeichnung *Artynas* gegenwärtig (im künstlichen System), da sie einmal eingeführt ist, in verändertem Sinne für eine Leuconen-Gattung.

14. **Lelapia** wurde 1867 von Gray auf eine einzige, von Bowerbank abgebildete Nadelform (einen gabelförmigen Dreistrahler) ohne jede sonstige Kenntniss des Kalkschwammes, zu dem sie gehörte, gegründet. Die Gattung ist somit völlig unhaltbar und der Name fällt weg. Dreistrahler von solcher Gestalt kommen bei sehr verschiedenen Kalkschwämmen (z. B. *Leucetta pandora, Leucortis pulvinar*) gemischt mit anderen Formen vor.

15. **Syconella** nannte O. Schmidt 1868 diejenigen solitären Syconen, deren Osculum ohne Strahlenkrone sich am Ende eines dünnhäutigen, schornsteinartigen Aufsatzes befindet. Wir behalten den Namen für unser künstliches System in demselben Sinne bei, zur Bezeichnung der solitären rüsselmündigen Personen unter den Syconen.

16. **Sycinula** bezeichnete Schmidt 1868 den früher von ihm als *Sycon asperum* bezeichneten Kalkschwamm, als Typus der Leuconen mit „Strahlenkrone". Wir verwenden aus mnemotechnischen Gründen (um nicht von Sycon abgeleitete Namen in die Leuconen-Familie hineinzubringen) den Namen *Sycinula* für unser künstliches System in verändertem Sinne, indem wir darunter solche Syconen-Stöcke begreifen, deren Personen sämmtlich rüsselförmige Oscula besitzen.

17. **Guancha** *(blanca)* nannte Miklucho 1858 (ohne Gattungs-Characteristik!) eine Ascon-Art, bei welcher er verschiedene generische Varietäten beobachtete, und die er desshalb in keiner der bestehenden künstlichen Gattungen unterbringen konnte. Die *Guancha blanca* verhält sich aber in dieser Beziehung nicht anders, als viele andere Asconen, und daher fällt *Guancha* als Genus-Name fort. Diejenige Form der *Guancha blanca*, welche auf einem und demselben Stocke mehrere verschiedene generische Varietäten vereinigt trägt, fällt unter unser künstliches Genus *Ascometra*. Als natürliche Species gehört *Guancha blanca* nach ihrer Nadelform zum Genus *Ascetta*.

18. **Baeria** wurde 1870 von Miklucho als neues Genus (ohne Gattungs-Characteristik!) für einen Kalkschwamm aufgestellt, welcher sich in keiner Beziehung generisch von den nächstverwandten Leuconen der Gattung *Leucandra* (besonders *L. Johnstonii*) unterscheiden lässt. Nach dem bestehenden künstlichen Systeme hätte Miklucho die *Baeria ochotensis* zu dem Genus *Leuconia*, Bowerbank, genauer zu dem Genus *Dyssycus* des Prodromus stellen müssen. *Baeria* muss daher als Genus-Name für Kalkschwämme ganz wegfallen.

19. **Trichogypsia** nannte Carter 1871 eine Leuconen-Art, welche ich bereits 2 Jahre früher als *Sycolepis incrustans* aufgeführt hatte, und welche im natürlichen

Systeme als *Leucyssa incrustans* (49. Species) beschrieben wird. Der Name *Trichogypsia* ist daher entbehrlich.

Wenn wir die Resultate der vorstehenden Kritik der bisher von den Autoren aufgestellten 19 Calcispongien-Genera zusammenfassen, so bleiben davon nur folgende sieben Genera übrig, welche in das künstliche System (in der zweiten Abtheilung des zweiten Bandes) übergehen: 1. *Grantia*, FLEMING, synonym mit *Calcispongia*, BLAINVILLE, gebrauchen wir zur collectiven Bezeichnung sämmtlicher Kalkschwämme, im Sinne ihres ursprünglichen Autors. 2. *Sycones*, RISSO, nenne ich in erweitertem Sinne die Familie der Calcispongien, welche ich im Prodromus als Orthoporeuten bezeichnet hatte. 3. *Leucones* nenne ich (statt *Leuconiae*, GRANT) die Familie der Kalkschwämme, welche den Cladoporeuten des Prodromus entspricht. 4. *Aphroceras*, GRAY, gebrauche ich in verändertem Sinne für eine künstliche Leuconen-Gattung. 5. *Artynes*, GRAY, verwende ich ebenso in veränderter Bedeutung für eine künstliche Leuconen-Gattung. 6. *Sycinula*, O. SCHMIDT, behalte ich, ebenfalls in verändertem Sinne, für eine Syconen-Gattung bei. 7. *Syconella*, O. SCHMIDT, verwende ich, im Sinne ihres Autors, für ein künstliches Syconen-Genus. Die übrigen 12 Genera der Autoren fallen weg. Die Uebersicht erleichtert die folgende historisch-kritische Zusammenstellung:

Grantia, FLEMING (1828) = *Grantia*, H. (= Calcispongia, BLAINVILLE).
Grantia, JOHNSTON (1842) = *Grantia*, H. (= Calcispongia, BLAINVILLE).
Grantia, LIEBERKÜHN (1859) = *Ascon*, H. (= Leucosolenia, BOWERBANK).
Grantia, O. SCHMIDT (1862) = *Leucon*, H. (= Leuconia, BOWERBANK).
Grantia, BOWERBANK (1862) = *Sycon*, H. (= Sycon, LIEBERKÜHN).
Grantia, GRAY (1867) = *Sycon*, H. (= Sycon, LIEBERKÜHN).
Sycon, RISSO (1826) = *Sycon*, H. (= Sycon, LIEBERKÜHN).
Sycon, LIEBERKÜHN (1859) = *Sycon*, H. (= Grantia, BOWERBANK).
Sycon, O. SCHMIDT (1862) = *Sycon*, H. (= Grantia, BOWERBANK).
Leucalia, GRANT (1829) = *Grantia*, H. (= Calcispongia, BLAINVILLE).
Calcispongia, BLAINVILLE (1834) = *Calcispongia*, H. (= Grantia, FLEMING).
Alcyoncellum, BLAINVILLE (1834) = *Sycothamnus*, H. (Typus: Sycandra alcyoncellum).
Alcyoncellum, GRAY (1867) = *Sycothamnus*, H. (Typus: Sycandra alcyoncellum).
Dunstervillia, BOWERBANK (1845) = *Sycarium*, H. (Typus: Sycandra elegans).
Dunstervillia, O. SCHMIDT (1862) = *Sycarium*, H. (Typus: Sycandra Humboldtii).
Dunstervillia, GRAY (1867) = *Sycarium*, H. (Typus: Sycandra tessellata).
Aphroceras, GRAY (1858) = *Aphroceras*, H. (Typus: Leucandra alcicornis).
Leuconia, GRANT (1861) = *Calcispongia*, H. (= Grantia, FLEMING).
Leuconia, BOWERBANK (1862) = *Leucon*, H. (= Grantia, O. SCHMIDT).
Leuconia, O. SCHMIDT (1866) = *Amphoriscus*, H. (Typus: Leucandra solida).
Leuconia, GRAY (1867) = *Leucon*, H. (= Grantia, O. SCHMIDT).

Leucogypsia, Bowerbank (1862) = *Amphoriscus*, H. (Typus: Leucandra Gossei).
Leucogypsia, Gray (1867) = *Amphoriscus*, H. (Typus: Leucandra Gossei).
Leucosolenia, Bowerbank (1862) = *Ascon*, H. (= Grantia, Lieberkühn).
Leucosolenia, O. Schmidt (1866) = *Soleniscus*, H. (Typus: Ascandra Lieberkühnii).
Leucosolenia, Gray (1867) = *Ascon*, H. (= Grantia, Lieberkühn).
Ute, O. Schmidt (1862) = *Sycurus*, H. (Typus: Sycandra glabra).
Ute, Gray (1867) = *Sycurus*, H. (Typus: Sycandra glabra).
Nardoa, O. Schmidt (1862) = *Nardorus*, H. (Typus: Ascandra reticulum).
Nardoa, Miklucho (1868) = *Auloplegma*, H. (Typus: Ascortis canariensis).
Clathrina, Gray (1867) = *Auloplegma*, H. (Typus: Ascetta clathrus).
Clathrina, O. Schmidt (1868) = *Auloplegma*, H. (Typus: Ascetta clathrus).
Clathrina, Carter (1871) = *Tarrus*, H. (Typus: Ascetta coriacea).
Artynes, Gray (1867) = *Sycurus*, H. (Typus: Sycandra compressa, H.).
Lelapia, Gray (1867) = ?? (Typus: Ein gabelförmiger Dreistrahler!).
Syconella, O. Schmidt (1868) = *Syconella*, H. (Typus: Sycortis quadrangulata).
Sycinula, O. Schmidt (1868) = *Dyssycarium*, H. (Typus: Leucandra aspera).
Guancha, Miklucho (1868) = *Ascometra*, H. (Typus: Ascetta blanca).
Baeria, Miklucho (1870) = *Dyssycus*, H. (Typus: Leucandra ochotensis).
Trichogypsia, Carter (1871) = *Dyssycus*, H. (Typus: Leucyssa incrustans).

4. Reduction der Genera des Prodromus auf die Genera des künstlichen Systems.

Die 42 Genera, welche ich 1869 im Prodromus aufführte, enthielten 12 von den so eben kritisirten alten Gattungen der Autoren, und 30 neue Genera, welche ich in consequentem Ausbau des künstlichen Systems aufzustellen genöthigt war. Ich habe den grössten Theil dieser, im Prodromus gebrauchten Gattungs-Namen in dem künstlichen Systeme, welches die zweite Abtheilung des zweiten Bandes enthält, beibehalten, soweit es nach der hier befolgten und im nächsten Kapitel zu rechtfertigenden Methode der Nomenclatur möglich war. Indessen fällt eine Anzahl von den Gattungsnamen des Prodromus fort, theils weil sie nach der eben durchgeführten Kritik nicht mehr haltbar sind, theils weil ich Gattungs-Charactere, welche ich bei Abfassung des Prodromus für sehr wesentlich hielt, nachträglich als unwesentlich erkannt habe. So sind namentlich zu vereinigen: *Prosycum* mit Olynthus; *Dunsterrillia* mit Sycarium; *Ute* mit Sycurus; *Cyathiscus* mit Dyssycus; *Leucosolenia* mit Soleniscus; *Artynophyllum* mit Sycophyllum; *Sycorrhiza* und *Aulorrhiza* mit Auloplegma. Ferner haben eine veränderte Bedeutung bekommen die Genera: Amphoridium, Amphoriscus, Sycarium, Artynas, Sycinula, Artynium, Aphroceras, Sycothamnus, Artynella. Die nähere Rechtfertigung dieser Reduction enthält der zweite Band. Das Resultat derselben zeigt übersichtlich nachstehende Tabelle, in welcher

die Gattungsnamen des Prodromus mit *cursiver*, die Gattungsnamen des künstlichen Systems mit stehender Schrift bezeichnet sind. Die obsoleten Namen, welche überflüssig geworden, und weder im künstlichen, noch im natürlichen Systeme mehr anzuwenden sind, habe ich durch ein † bezeichnet. Diejenigen Gattungsnamen des Prodromus, welche mit veränderter Begriffsbestimmung in das künstliche System übergehen, sind durch ein * gekennzeichnet. Da die Genus-Bezeichnungen des Prodromus noch nicht in die Literatur übergegangen sind, geschieht durch diese Veränderungen kein Nachtheil, während der durch die neue Nomenclatur erreichte Vortheil für den Gebrauch des natürlichen und künstlichen Systems sehr bedeutend ist.

Prodromus		Prodromus	
1. *Prosycum*	= 1. Olynthus	22. *Sycodendrum*	= 21. Sycodendrum
2. *Olynthus*		23. *Artynium**	= 19. Sycothamnus
3. *Olynthium*	= 3. Olynthium	24. *Aphroceras**	
4. *Amphoridium**	= 7. Sycurus	25. *Sycothamnus**	= 16. Amphoriscus
5. *Amphoriscus**		26. *Leuconia* †	
6. *Sycarium**		27. *Nardoa* †	= 22. Nardorus
7. *Syconella*	= 8. Syconella	28. *Nardopsis*	= 23. Nardopsis
8. *Sycum* †	= 9. Sycarium	29. *Coenostomella*	= 26. Coenostomella
9. *Dunstervillia* †		30. *Clistolynthus*	= 10. Clistolynthus
10. *Artynas**	= 7. Sycurus	31. *Sycocystis*	= 12. Sycocystis
11. *Ute* †		32. *Artynella**	
12. *Cyathiscus* †	= 4. Dyssycus	33. *Lipostomella*	= 11. Lipostomella
13. *Dyssycum*		34. *Sycorrhiza* †	= 34. Auloplegma
14. *Dyssyconella*	= 5. Dyssyconella	35. *Aulorrhiza*	
15. *Sycinula**	= 6. Dyssycarium	36. *Auloplegma*	
16. *Leucosolenia* †	= 13. Soleniscus	37. *Sycophyllum*	= 36. Sycophyllum
17. *Soleniscus*		38. *Artynophyllum* †	
18. *Tarrus*	= 28. Tarrus	39. *Sycolepis* †	= 35. Aphroceras
19. *Tarroma*	= 30. Tarroma	40. *Guancha* †	= 37. Ascometra
20. *Clathrina* †		41. *Thecometra* †	
21. *Sycidium* †	= 19. Sycothamnus	42. *Sycometra*	= 39. Sycometra.

Zweites Kapitel.

Methodologische Einleitung.

I. Methode der philosophischen Untersuchung.

„Die wichtigsten Wahrheiten in den Naturwissenschaften sind weder allein durch Zergliederung der Begriffe der Philosophie, noch allein durch blosses Erfahren gefunden worden, sondern durch eine denkende Erfahrung, welche das Wesentliche von dem Zufälligen unterscheidet, und dadurch Grundsätze findet, aus welchen viele Erfahrungen abgeleitet werden. Dies ist mehr als blosses Erfahren, und wenn man will, eine philosophische Erfahrung[1].“

Diese Worte von JOHANNES MÜLLER, mit denen ich in meiner „generellen Morphologie der Organismen“ das vierte Kapitel, die methodologische Einleitung in diese Wissenschaft, eröffnet habe[2], mögen auch hier dazu dienen, die leitenden Grundsätze zu bezeichnen, denen ich bei Ausarbeitung dieser Monographie der Kalkschwämme gefolgt bin. Diese Grundsätze sind keine anderen, als diejenigen, welche eigentlich in jeder streng wissenschaftlichen Arbeit selbstverständlich befolgt werden sollten. Es sind die Grundsätze von der nothwendigen Wechselwirkung der Empirie und der Philosophie, der Erfahrung und der Erkenntniss, der Beobachtung und der Reflexion. In jeder reifen und entwickelten Wissenschaft werden diese fundamentalen Principien so allgemein anerkannt, dass der Verfasser einer Monographie, die nur ein verhältnissmässig kleines Wissens-Gebiet speciell umfasst, nicht genöthigt ist, in der Einleitung seine methodologischen Grundsätze erörtern zu müssen. In der Biologie dagegen, in der Zoologie sowohl als in der Botanik, erscheint eine solche Erörterung oder mindestens ein Bekenntniss der Methode, welche der Verfasser befolgt hat, keineswegs überflüssig.

Die Zoologie, wenn man darunter die wissenschaftliche Thierlehre in ihrem ganzen Umfange versteht, befindet sich gerade gegenwärtig in einem Entwickelungs-

---

1) JOHANNES MÜLLER, Handbuch der Physiologie des Menschen. II. Band. p. 522.

2) ERNST HAECKEL, Generelle Morphologie der Organismen. I. Band. p. 63—108: Viertes Capitel: Methodik der Morphologie der Organismen.

Stadium, in welchem der beständige Hinweis auf jene leitenden Grundsätze mehr denn je geboten ist. Nachdem die ältere Naturphilosophie in den ersten drei Decennien unseres Jahrhunderts vergeblich den Versuch gemacht hatte, die rein empirisch betriebenen Zweige der Thierkunde, die Anatomie und Entwickelungsgeschichte, wie die Systematik, unter die Herrschaft allgemeiner Grundsätze zu bringen, nachdem diese verdienstlichen Bestrebungen allerdings zum grossen Theile durch die Schuld ihrer eigenen, mehr wild-phantastischen als streng-philosophischen Methode gänzlich gescheitert waren, entwickelte sich als Rückschlag gegen dieselbe, im zweiten Drittel unseres Jahrhunderts, ein nackter Empirismus, welcher schnell zur ausschliesslichen Herrschaft in allen biologischen Disciplinen gelangte. Man glaubte jetzt, das letzte Ziel der Biologie allein in der exacten Beobachtung und Beschreibung der Thatsachen zu finden und verwarf jedes Streben nach philosophischem Verständniss ihrer Bedeutung. Ueberall zersplitterte sich die zoologische Forschung in die minutiöseste Untersuchung der unbedeutendsten Einzel-Verhältnisse und verlor dabei das grosse Ganze völlig aus den Augen. So entstand das bunte Chaos von zusammenhangslosem Detail-Kram, welches gegenwärtig die wissenschaftlichen Zeitschriften und die meisten Bücher über Zoologie (mit Inbegriff der Anatomie, Histologie, Entwickelungsgeschichte und Physiologie der Thiere) anfüllt. So entstand die gegenwärtig herrschende Verwechselung von Kenntnissen und Erkenntniss, von Wissen und Begreifen, und der Irrthum, dass durch blosses Sammeln von Thatsachen, ohne philosophische Durchdringung und Kritik derselben, das Gebäude der Wissenschaft errichtet werde. In vielen zoologischen Werken, deren Verfasser zu den Autoritäten des Faches gehören, ist diese Principlosigkeit stillschweigend oder selbst eingestandenermassen zum Princip erhoben, und damit der fortschreitenden Entwickelung der Wissenschaft mehr geschadet, als ihr durch den Zuwachs an neuen Thatsachen genützt wurde.

Das philosophische Chaos, welches in Folge der allgemeinen Ausbreitung und Anerkennung solcher grundsatzlosen Grundsätze in der Zoologie nothwendig eintrat, ist allerdings zum grossen Theil aus dem unreifen Jugendalter dieser Wissenschaft und aus ihrem eigenthümlichen Entwickelungsgange zu erklären. Insbesondere ist dabei, wie ich in meiner Rede „über Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie“ [1]) hervorgehoben habe, der Umstand zu berücksichtigen, „dass die verschiedenen Zweige der Thierkunde sich in auffallender Isolirung und Unabhängigkeit von einander entwickelt haben; dagegen zum Theil in engstem Zusammenhang mit verschiedenen anderen Wissenschaften.“ Anatomie und Physiologie, Entwickelungsgeschichte und Palaeontologie, galten als selbstständige Wissenschaften, die von der „eigentlichen Zoologie“,

---

1) Ernst Haeckel, Biologische Studien, I. Heft. 1870. (Jenaische Zeitschr. für Med. und Naturw. V. Band, 1869. p. 353.)

d. h. von der speciellen Systematik der Thiere, gänzlich verschieden seien; und doch sind alle jene Disciplinen nur integrirende Bestandtheile der generellen Zoologie. Statt dass nun alle diese untrennbaren Bestandtheile, die erst in ihrer gegenseitigen Durchdringung und Ergänzung die wirklich „wissenschaftliche Zoologie“ constituiren, ihren gemeinsamen Vereinigungspunkt in der „Zoologischen Philosophie“ hätten suchen und centripetal zu einem einheitlichen Ganzen sich verbinden sollen, gingen ihre centrifugalen Richtungen immer weiter aus einander und suchten sich immer mehr zu isoliren.

Vergebens hat Karl Ernst Baer in seiner classischen „Entwickelungsgeschichte der Thiere“ schon 1828 gezeigt, dass „Beobachtung und Reflexion“, Empirie und Philosophie sich nothwendig bei jeder wissenschaftlichen zoologischen Untersuchung die Hand reichen müssen, und dass selbst eine Wissenschaft, wie die Ontogenie, welche bloss aus „Beobachtung“ der Thatsachen zu bestehen scheint, erst durch die philosophische „Reflexion“ zur eigentlichen Wissenschaft wird. Vergebens hat drei Decennien später Charles Darwin durch seine Reform der Descendenz-Theorie die Bahn geöffnet, auf der wir allein zu den Endzielen unserer Wissenschaft gelangen können. Unbekümmert um diese allgemeinen Endziele vergräbt sich die Zoologie immer mehr in das endlose Detail der Special-Forschung und die grosse Mehrzahl der emsigen Arbeiter auf diesem unermesslichen Gebiete ist lediglich bemüht, durch neue Beobachtungen die ungeheure Masse der zusammen gehäuften Thatsachen zu vermehren, ohne Ahnung davon, dass diese „Beobachtungen“ erst durch die daran geknüpften „Reflexionen“ bleibenden wissenschaftlichen Werth erhalten.

Diesem thatsächlichen Zustande der heutigen Zoologie gegenüber erscheint es dringend geboten, bei jeder Gelegenheit darauf hinzuweisen, welche ernsten Gefahren derselbe herbeiführt, wie die quantitative Vermehrung der Kenntnisse mit der qualitativen Verminderung der Erkenntniss einhergeht, und wie hinter den scheinbar glänzenden äusseren Fortschritten in der That sich sehr verderbliche innere Rückschritte verbergen. Die Zoologen müssen wieder denken lernen, und die exacten Beobachter müssen sich zu philosophischer Betrachtung entschliessen, wenn diesem verderblichen Zustande gesteuert und der zunehmenden Verwilderung der Wissenschaft Einhalt gethan werden soll.

In der That kann jeder ernsthafte und gründliche Forscher, dem der wahre Fortschritt seiner Wissenschaft am Herzen liegt, sich diese Vorstellungen nicht oft genug wiederholen. Wenn diese Vorstellungen aber leider in allen Gebietstheilen der Zoologie berechtigt sind, so haben sie vor Allen im Gebiete der niederen Thiere ihre Gültigkeit. Denn gerade hier ist der Mangel an Urtheil und die Verwilderung der Begriffe am grössten; gerade hier wird gegen die Gesetze der Logik am meisten gefehlt; gerade hier wird die strenge, empirisch-philosophische Methode am meisten vernachlässigt und ist doch am dringendsten nöthig. Im Gebiete der niederen Thiere ist

es aber wieder vorzüglich die Abtheilung der Spongien, von welcher das vielleicht am meisten gilt. Der denkende Leser, welcher die bisherige Spongien-Literatur in dieser Beziehung kritisch prüft und vergleicht, wird nicht leicht eine grössere Verwirrung und einen grösseren Mangel an strenger Methode finden, als in den Arbeiten der meisten Spongiologen, namentlich von Bowerbank und James-Clark, vor Allen aber von Gray und Carter sich offenbart.

Dieser Verwirrung gegenüber bin ich in meiner Monographie der Kalkschwämme bemüht gewesen, vor Allen Klarheit in die Begriffe und Ordnung in die Masse der Thatsachen zu bringen. Die Grundsätze, nach welchen ich dabei verfahren bin, habe ich im vierten Kapitel meiner generellen Morphologie ausführlich erörtert, und es liegt kein Grund vor, dieselben hier nochmals speciell zu rechtfertigen. Es sind dieselben Grundsätze, welche Schleiden in der philosophischen Einleitung zu seinen „Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik“ methodisch entwickelt hat, und welche in John Stuart Mill's inductiver Logik systematisch begründet sind.

Diesen Grundsätzen gemäss habe ich mich bestrebt, einerseits in der Beobachtung und Darstellung der Thatsachen auf das Genaueste zu verfahren, und die Einzelheiten möglichst weit durch die sorgfältigste Analyse zu verfolgen; anderseits die daraus sich ergebenden allgemeinen Schlüsse im Hinblick auf das einheitliche Ganze durch vergleichende Synthese der verwandten Erscheinungen möglichst fruchtbar zu gestalten. Einerseits habe ich die Inductionen durch zahlreiche und sorgfältige Beobachtungen sicher zu begründen gesucht; anderseits bin ich in den daraus abgeleiteten Deductionen so weit gegangen, als es ohne Widerspruch mit anderen Thatsachen-Reihen erlaubt erschien. Denn wie die Analyse nicht ohne die Synthese, so kann auch die Induction nicht ohne die Deduction zu einer vollständigen Erkenntniss gelangen. „Nur beide zusammen, wie Aus- und Einathmen, machen das Leben der Wissenschaft.“ (Goethe.)

Wie weit ich durch diese empirisch-philosophische Methode gekommen zu sein glaube, zeigt am meisten der vierte Abschnitt dieses Bandes, in welchem ich mich bemüht habe, die aus der Untersuchung der Kalkschwämme gewonnenen Resultate auch für weitere Gebiete der Zoologie, und namentlich für die allgemeine Entwickelungsgeschichte zu verwerthen. Ich sehe voraus, dass der herrschende Empirismus diese „Philosophie der Kalkschwämme“ verwerfen und die darin aufgestellten allgemeinen Anschauungen als „unberechtigte Speculationen“ bekämpfen wird. Hiergegen darf ich mich wohl mit den Worten vertheidigen, welche Baer in der Vorrede zu seiner „Entwickelungsgeschichte der Thiere“ sagt: „Es war vielleicht zu kühn, jene allgemeinen Umrisse schon jetzt zu geben. Dennoch hoffe ich Dank zu verdienen, wenn ich sie jetzt gebe und zur Prüfung und Berichtigung auffordere; denn irrige, aber bestimmt ausgesprochene allgemeine Resultate haben durch die Berichtigung, welche sie veranlassen, und die schärfere Beachtung aller Verhältnisse, zu der sie

nöthigen, der Wissenschaft fast immer mehr genützt, als vorsichtiges Zurückhalten in dieser Sphäre. Anders ist es mit der Beobachtung. Diese kann nie genau genug sein."

Das Problem, dessen Lösung in dieser „Philosophie der Kalkschwämme" auf einem neuen Wege versucht ist, das Problem von der „Entstehung der Arten", ist im eigentlichsten Sinne ein empirisch-philosophisches Problem. Weder der speculative Philosoph, der die empirische Basis der Beobachtung verschmäht, noch der exacte Beobachter, welcher von der philosophischen Speculation nichts wissen will, werden jemals im Stande sein, dieses Problem zu lösen, oder auch nur seine Lösung wesentlich zu fördern. Dass dieses Problem zu den wichtigsten gehört, dass von seiner Beantwortung „die Frage aller Fragen für die Menschheit, die Frage von der Stellung des Menschen in der Natur" abhängt, das ist jetzt fast einmüthig, sowohl von den Gegnern wie von den Anhängern der Entwickelungs-Theorie anerkannt. Wenn es mir nun gelungen sein sollte, durch die „Philosophie der Kalkschwämme" auf diese Frage ein neues Licht zu werfen, und das „Species-Problem" von einer neuen Seite zu lösen oder doch seiner Lösung näher zu bringen, so verdanke ich diesen Erfolg lediglich der hier befolgten empirisch-philosophischen Methode, der Verbindung von Analyse und Synthese, von Induction und Deduction.

Die herrschende Lehre von der Constanz der Species ist ein reines Dogma, welches man nimmermehr durch „exacte Beobachtungen", sondern nur durch philosophische Kritik vernichten kann; und die herrschende Teleologie in der Auffassung der organischen Formen ist ein Ausfluss des falschen biologischen Dualismus, welchen der auf wahre Natur-Erkenntniss gegründete Monismus nur durch beständiges Festhalten an dem Princip der Causalität zu widerlegen im Stande ist. Indem die Descendenz-Theorie die „Entstehung der Arten" durch die mechanische Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung erklärt, überträgt sie das Causalitäts-Princip auf das bisher davon fast unberührte Gebiet der organischen Entwickelungsgeschichte und erklärt die Ontogenesis durch ihren Causal-Nexus mit der Phylogenesis. Findet nun der kritische Philosoph die hier gezogenen Schlüsse in vollem Einklang mit den Thatsachen-Reihen, welche der exacte Empiriker aus der Biologie der Kalkschwämme an das Licht gefördert hat, so werden wir umgekehrt aus diesem Einklang auf die Richtigkeit der von uns angewendeten philosophischen Methode zurückschliessen dürfen und in der „Philosophie der Kalkschwämme" eine Widerlegung der teleologischen Natur-Betrachtung und des Dualismus, eine neue Stütze für die mechanische Natur-Auffassung und den Monismus finden.

II. Methode der empirischen Untersuchung.

1. Untersuchung in lebendem Zustande.

Die empirische Untersuchung, die Beobachtung der gröberen sowohl als der feineren Structur-Verhältnisse, der Entwickelung und der Lebens-Erscheinungen, begegnet bei den verschiedenen Kalkschwämmen in sehr verschiedenem Masse nicht unerheblichen Schwierigkeiten. Da nun die Angaben, welche die bisherigen Beobachter der Calcispongien über ihre Untersuchungs-Methoden zur Hebung dieser Schwierigkeiten gemacht haben, nur sehr vereinzelt, unvollständig und unzureichend sind, so erscheint es nicht überflüssig, hier die verschiedenen Methoden anzugeben, nach denen ich selbst meine Untersuchungen angestellt habe, und zu denen ich zum Theil erst nach mehrjährigen Versuchen gelangt bin. Mehrere von diesen Methoden erleichtern die schwierige Beobachtung ausserordentlich, und ich theile sie hier um so lieber mit, als es mir nur erwünscht sein kann, wenn die in dieser Monographie enthaltenen Angaben durch nachfolgende Untersuchungen kritisch geprüft und bestätigt werden.

Zunächst ist natürlich die Untersuchung lebender Kalkschwämme unerlässlich, um die Lebens-Erscheinungen dieser Thiere, insbesondere die Strömungs-Phänomene, die Bewegungen der Geisselzellen, die amoeboiden Bewegungen der Eier, die Contractionen des Syncytium, namentlich Verschluss und Oeffnung der Poren, der Mundöffnung u. s. w. zu beobachten. Eine vollständige und verhältnissmässig leichte Einsicht erlangt man in alle diese Verhältnisse am besten bei den Asconen, während die Syconen viel grössere und die Leuconen die grössten Schwierigkeiten entgegenstellen. Welche Bedeutung in dieser Beziehung gerade den Asconen zukömmt, hat Lieberkühn richtig erkannt. Dieser sorgfältige Beobachter ist selbst erst (1865) durch die genaue Untersuchung lebender „Grantien" (= Asconen, H.) zu voller Klarheit über alle die verschiedenen Lebens-Erscheinungen und die wichtigsten morphologischen Verhältnisse der Spongien gelangt, welche er bei seinen, zehn Jahre früher begonnenen Untersuchungen der Spongilla und anderer Kieselschwämme nur unvollständig und ungenügend hatte erforschen können. Unzweifelhaft sind unter allen jetzt lebenden Spongien die Asconen diejenigen, deren Untersuchung in lebendem Zustande die wichtigsten und klarsten Aufschlüsse über Wesen, Bau und Lebenserscheinungen der Schwämme überhaupt giebt. Ihr eingehendstes Studium kann jedem Spongiologen nicht genug empfohlen werden.

Da die Asconen durchschnittlich die kleinsten unter allen bekannten Schwämmen sind, und da bei den meisten Asconen die dünne Magenwand mehr oder weniger farblos und durchsichtig ist, so kann man viele Formen derselben unverletzt in lebendem

Zustande sowohl bei schwacher als bei starker Vergrösserung beobachten. Man sieht dann ohne weiteres die Zusammensetzung des Exoderms, die Hautporen in demselben und die Wasserströme, welche durch letztere eintreten, durch die Mundöffnungen austreten. Bei manchen Asconen ist die Magenwand so dünn, dass man sogar mit Hülfe sehr starker Vergrösserung durch das dünne Exoderm hindurch die Geisselzellen des Entoderms, die Schwingungen ihrer Geisseln und die „Pulsationen" der contractilen Vacuolen in ihrem Protoplasma deutlich erkennen kann, wie zuerst JAMES-CLARK von *Ascortis fragilis* angegeben hat.

Weit deutlicher und klarer sieht man allerdings alle Verhältnisse, wenn man ein cylindrisches Röhrchen von einem lebenden Ascon mit einer scharfen Scheere durch einen Längsschnitt halbirt, und nun an der inneren (gastralen) Oberfläche der beiden Schnitthälften das Entoderm, an der äusseren (dermalen) Oberfläche das Exoderm studirt. Eine wichtige und lehrreiche Ergänzung zu den so gewonnenen Resultaten giebt die Untersuchung von Querschnitten, welche man ebenfalls mittelst einer feinen Scheere von Ascon-Röhren gewinnt, und welche zuerst LIEBERKÜHN bei *Ascandra complicata* angefertigt hat.

Uebrigens sind keineswegs alle Ascon-Arten und alle verschiedenen Formen, welche wir als „generische Varietäten" des natürlichen Systems, als „Genera" des künstlichen Systems aufführen werden, in gleichem Masse für die Untersuchung in lebendem Zustande geeignet. Von den letzteren ist selbstverständlich die einfachste Form, *Olynthus*, dafür bei weitem am meisten passend. Da der *Olynthus* nur ein ganz einfaches, dünnwandiges und durchsichtiges Röhrchen darstellt, das an einem Ende eine einfache nackte Mundöffnung besitzt, am anderen Ende auf fremden Körpern (meistens Algen) aufsitzt, so kann man denselben in völlig unverletztem Zustande lebend unter das Mikroskop bringen. Man schneidet an einer eben aus dem Meere genommenen Alge (am besten einer dünnästigen Floridee oder Conferve) unter Seewasser einen Zweig ab, auf welchem Olynthen sitzen, und bringt denselben, ohne ihn aus dem Seewasser herauszunehmen, in ein untergetauchtes Glasschälchen. In diesem kann man nun, ohne Anwendung eines Deckgläschens, den völlig frischen, lebendigen und unberührten *Olynthus* sowohl bei schwacher als bei starker Vergrösserung längere Zeit beobachten und nimmt die meisten daran vorkommenden vitalen Phänomene gewöhnlich ohne Mühe wahr. Viel weniger als diese solitären Asconen, als *Olynthus* und die nächstverwandten Olynthiden *(Olynthella, Olynthium, Clistolynthus)* eignen sich zur Untersuchung in lebendem Zustande die meisten socialen Asconen. Von diesen muss man in der Regel erst ein Stück abschneiden, da der ganze Körper, wenigstens für die Untersuchung bei starker Vergrösserung, zu gross und meist auch zu undurchsichtig ist.

Unter den natürlichen Arten der Asconen sind am meisten für die Untersuchung der Weichtheile (sowohl im lebenden als im todten Zustande) diejenigen geeignet, bei

denen die Spicula im Exoderm am lockersten und spärlichsten liegen, und die grössten Zwischenräume zwischen sich lassen, also namentlich die meisten Arten der Genera *Ascetta*, *Ascilla* und *Ascyssa*. Dagegen sind viel schwieriger zu untersuchen diejenigen Asconen, bei denen die Spicula sehr zahlreich und dicht liegen und nur wenig Zwischenraum frei lassen. Dies ist bei den meisten Arten der übrigen Gattungen, insbesondere *Ascandra* der Fall. Als ganz vorzüglich tauglich kann ich empfehlen: im Mittelmeere *Ascetta primordialis*, *Ascetta clathrus*, *Ascaltis cerebrum;* im nordatlantischen Ocean (Küsten von Norwegen, England, Frankreich): *Ascetta coriacea*, *Ascortis fragilis*, *Asculmis armata*.

Nächst den Asconen sind unter den Kalkschwämmen die Syconen diejenigen, deren Untersuchung in lebendem Zustande die meisten Aufschlüsse liefert. Dies erklärt sich daraus, dass ja eigentlich jeder solitäre Sycon, jede Sycon-Person (*Sycurus* etc.), als ein Asconen-Stock aufzufassen ist, dessen zahlreiche Personen, überall auf der Dermalfläche eines primitiven Olynthus durch strobiloide Knospung entstanden, die „Radial-Tuben" des Sycurus bilden. Diejenigen Syconen, bei denen diese ursprüngliche Bildung zeitlebens deutlich persistirt, bei denen die Radial-Tuben völlig frei bleiben und nicht mit einander verwachsen, sind daher am besten zu untersuchen: *Sycetta primitiva*, *S. sagittifera*, *Sycaltis conifera;* weniger gut *Sycandra ciliata* und *S. coronata*. Wenn man bei diesen Syconen (mit freien Radial-Tuben) einen Tubus vom lebenden Sycon abschneidet und unter das Mikroskop bringt, so erhält man dieselben Resultate wie bei Untersuchung eines Olynthus. Weniger geeignet, doch in mancher Beziehung auch sehr lehrreich, sind die übrigen Syconen, bei denen die Radial-Tuben entweder theilweise (mit den sich berührenden Kanten) oder völlig (mit ihren ganzen, sich berührenden Flächen) verwachsen sind. Hier liefern sowohl Querschnitte als Längsschnitte der ganzen Sycon-Person sehr instructive Bilder. Hinreichend dünne longitudinale und transversale Durchschnitte sind vollkommen durchsichtig und lassen alle Verhältnisse deutlich erkennen. Auch unter den Syconen sind, wie unter den Asconen, diejenigen Species am meisten geeignet, bei welchen die Skelet-Bildung am wenigsten differenzirt ist, und die Spicula verhältnissmässig spärlich und locker im Exoderm liegen, also namentlich die meisten Species der Genera *Sycetta*, *Sycilla*, *Sycaltis;* am wenigsten brauchbar sind die meisten Arten von *Sycandra*.

Die grössten Schwierigkeiten bieten der Untersuchung (besonders im lebenden, aber auch im todten Zustande) die Leuconen dar. Diese Kalkschwämme verhalten sich in Bezug auf die Bildung des Canalsystems und der davon abhängigen Verhältnisse wie die Kieselschwämme und Hornschwämme. Alle die verwickelten Umstände, welche bei diesen letzteren (namentlich bei der am meisten untersuchten *Spongilla*) die Erkenntniss erschwert und den Fortschritt der Spongiologie so lange Zeit aufgehalten haben, finden sich auch bei den Leuconen wieder. Auch hier ist gewöhnlich

das Entoderm mit seinem Geissel-Epithel sehr reducirt und auf eine verhältnissmässig geringe Ausdehnung beschränkt, während das mächtige Exoderm mit seiner massenhaften Skeletbildung fast allein den ganzen Schwammkörper zu bilden scheint. Auch hier orientirt man sich über das wahre Verhältniss beider Theile und über die eigentliche Bildung des Canalsystems erst durch geduldiges und lange fortgesetztes Studium zahlreicher Schnitte, welche nach allen Richtungen durch den lebenden und durch den todten Körper gemacht worden sind. Aber erst nach langen Anstrengungen und vielen vergeblichen Versuchen gelangt man hier (bei den Leuconen wie bei den Kiesel- und Hornschwämmen) bezüglich der Lebens-Erscheinungen, des Verhaltens der lebendigen Form-Elemente u. s. w. schliesslich zu denselben Resultaten, welche die Untersuchung der Syconen und noch viel mehr diejenige der Asconen schon nach kurzer Zeit leichter und müheloser gewährt.

Um die einzelnen Elementar-Theile in lebendigem Zustande isolirt zu untersuchen und ihre physiologischen und morphologischen Eigenschaften mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen zu beobachten, genügt bei den Asconen ein einfaches Zerzupfen der Röhrenwände mit Nadeln. Bei den Syconen und Leuconen müssen in gleicher Weise die Schnitte untersucht werden, welche mit einer Scheere oder einem sehr scharfen Rasirmesser gewonnen sind. Diese Schnitte müssen theils longitudinale und transversale Schnitte des ganzen Körpers in verschiedenen Höhen sein; theils Schnitte, welche parallel der gastralen und parallel der dermalen Fläche, und zwischen beiden mitten durch das Wand-Parenchym verlaufen.

2. Untersuchung in todtem Zustande.

So wichtig und unerlässlich die Untersuchung der Kalkschwämme in lebendem Zustande ist, so würde es doch ganz ungenügend sein, sich auf diese ausschliesslich zu beschränken, wie es z. B. Carter, Miklucho und andere Beobachter gethan haben. Vielmehr ist die genaueste Untersuchung der Calcispongien auch in todtem Zustande höchst wichtig und liefert Resultate, welche die an lebendigen Thieren gewonnenen Anschauungen wesentlich ergänzen und bereichern. Insbesondere ist für die Erkenntniss der feineren Structur-Verhältnisse die Untersuchung der Gewebe mit Hülfe chemischer Reagentien hier, wie überall in der Histologie, unerlässlich.

Man muss die todten Kalkschwämme theils in feuchtem, theils in trockenem Zustande untersuchen. Die erstere Methode liefert über die Weichtheile, die letztere über das Skelet die wichtigsten Aufschlüsse.

Die Untersuchung der todten Kalkschwämme in feuchtem Zustande, welche vorzugsweise für die Histologie der Weichtheile, aber auch für die Organologie des Gefässsystems, höchst wichtig ist, geschieht theils an frischen Objecten, unmittelbar nach eingetretenem Tode, theils an Weingeist-Präparaten. An Kalkschwämmen,

welche man während des Absterbens, sowie unmittelbar nach eingetretenem Tode untersucht, sind einzelne Verhältnisse, namentlich der Verschluss der Poren, der Mundöffnungen u. s. w. sehr gut wahrzunehmen. Viel lehrreicher aber sind die Calcispongien, welche man, unmittelbar nachdem sie aus dem Meere genommen wurden, in starken Weingeist gesetzt hat. An diesen Spiritus-Präparaten sind viele histologische Verhältnisse (wie z. B. die Kerne der Geisselzellen und das Syncytium, die Scheiden der Spicula etc.) leicht und sicher zu beobachten, welche man an lebenden Kalkschwämmen nur selten oder gar nicht deutlich wahrnehmen kann. Ausserdem aber sind solche Weingeist-Präparate viel besser, als die lebenden Thiere, für die Untersuchung mit verschiedenen Reagentien, Tinctionen u. s. w. geeignet.

Das wichtigste Mittel, um die Weichtheile in feuchtem Zustande näher untersuchen zu können, ist die Anwendung verdünnter Säuren, durch welche die kohlensaure Kalkerde aus den Skelet-Nadeln des Exoderm entfernt, und das ganze Exoderm völlig durchsichtig wird. Am besten ist es, stark verdünnte Essigsäure, Salzsäure oder Salpetersäure langsam einwirken zu lassen. Die Kerne der Geisselzellen und des Syncytium, die Spicula-Scheiden u. s. w. treten dann in dem durchsichtigen Parenchyme deutlich hervor.

Nächstdem ist die Färbung des Parenchyms (entweder vor oder nach Entfernung der Kalkerde durch Säuren) von grossem Werthe. Die Tinction mit Carminlösung ist wohl die beste; auch die Färbung mit Jodlösung, mit Goldchlorid u. s. w. liefert gute, aber nicht bessere und nicht wesentlich verschiedene Resultate. Je nachdem man den Kalkschwamm kürzere oder längere Zeit in der tingirenden Flüssigkeit hat liegen lassen, tritt die characteristische Färbung der Weichtheile schwächer oder stärker hervor.

Die Tinctions-Methode, welche bisher noch nicht für die Spongien angewendet wurde, ist sowohl für die Kalkschwämme als für die übrigen Schwämme desshalb vom grössten Werthe, weil die Producte des Exoderm (Syncytium, Spicula etc.) sich entweder gar nicht oder nur sehr blass färben, während die Producte des Entoderms (Geisselzellen, Spermazellen, Eier) sich mehr oder weniger intensiv färben. Am intensivsten ist die Färbung der Eier. Man wird also durch die Tinctions-Methode auf die einfachste Weise in den Stand gesetzt, Ausdehnung und Verbreitung des Entoderms zu bestimmen, was namentlich für die Leuconen sehr werthvoll ist. Das dunkel gefärbte Geissel-Epithel des Canalsystems setzt sich nach der Tinction scharf und deutlich von dem umschliessenden blassen Exoderm ab, während vorher die Grenzen beider (besonders an dickeren Schnitten) oft gar nicht zu erkennen sind. Vorzüglich schön treten bei den Leuconen, deren Geissel-Epithel auf sackförmige Erweiterungen der verzweigten Canäle beschränkt ist, diese „Wimper-Apparate“ („flaschenförmige Säcke“ von Carter, Geisselkammern, H.) nach stattgehabter Tinction als dunkel gefärbte Blasen mit einer Schicht von Geissel-Epithel

deutlich hervor. Auch bei den Kiesel- und Hornschwämmen kann man diese Organe mittelst jener Methode am leichtesten auffinden.

Die Anwendung von Glycerin in verschiedenen Verdünnungs-Zuständen ist bei den feuchten, namentlich bei den gefärbten Präparaten von Kalkschwämmen sehr vortheilhaft, um die dunkeln oder undurchsichtigen Theile aufzuhellen und durchsichtig zu machen.

Die Untersuchung der todten Kalkschwämme in getrocknetem Zustande ist ebenfalls unentbehrlich und für die Erkenntniss vieler Verhältnisse ganz unschätzbar. Dies gilt vor Allem für das Skelet, weniger für die Weichtheile. Doch sind von den letzteren namentlich die Poren und die Hohlräume des Canalsystems an getrockneten Präparaten theilweise viel besser als an feuchten zu untersuchen.

Um den ganzen Vortheil der Untersuchung von Kalkschwämmen in trockenem Zustande zu haben, darf man sie nicht unmittelbar nach ihrer Entfernung aus dem Meere trocknen, sondern erst nachdem sie einige Zeit in Weingeist gelegen haben. Wenn man Calcispongien gleich frisch, nachdem sie aus dem Meere genommen sind, trocknet, so verändern sie sich mehr oder weniger bedeutend. Das Syncytium contrahirt sich langsam; die Poren schliessen sich theilweise oder ganz; Exoderm-Theile, welche bei dem langsamen Absterben und Eintrocknen in Berührung kommen, verkleben oder verschmelzen mit einander; die Skelettheile verschieben sich oft beträchtlich u. s. w. Es entstehen so mancherlei Bildungen, welche blosse Kunstproducte und nicht am lebenden Schwamme zu finden sind. Auch zersetzen sich die Weichtheile dabei theilweise und gehen verloren, bleiben vermöge ihres Salzgehaltes hygroskopisch und verlieren mit der Zeit immer mehr. Wenn man dagegen Kalkschwämme unmittelbar aus dem Meere in starken Weingeist thut, so werden sie augenblicklich getödtet, und wenn man sie dann nach einiger Zeit an der Luft trocknet, so bleiben alle Theile in derselben characteristischen Gestalt, Lagerung und Verbindung erhalten, welche sie bei Lebzeiten des Schwammes besassen.

Vor Allem wichtig und unentbehrlich ist die Untersuchung von Kalkschwämmen in getrocknetem Zustande für die Kenntniss des Skelets in seinen mannichfaltigen Differenzirungs-Zuständen. Nur von getrockneten, nicht von frischen oder feuchten Calcispongien lassen sich mit dem Messer hinreichend dünne Schnitte anfertigen, um alle Verhältnisse in der Zusammensetzung des Skelets vollständig zu erkennen und zu übersehen. In Canada-Balsam werden die getrockneten Weichtheile solcher Schnitte ganz durchsichtig, während nur die Kalk-Spicula des Skelets scharf hervortreten. Eine zweckmässig angelegte Sammlung solcher Schnitte von getrockneten Kalkschwämmen in Canada-Balsam ist ein Museum, in welchem man alle Verhältnisse in der Skelet-Bildung dieser Thiere jeden Augenblick ohne weitere Präparation erkennen, übersehen, und vergleichend betrachten kann. Jedoch sind diese Präparate in den drei Familien der Kalkschwämme nach etwas verschiedener Methode anzufertigen.

Bei den Asconen können viele von den einfacheren Formen ohne Weiteres ganz in Canada-Balsam eingeschlossen werden, so namentlich die Olynthiden und Clistolynthiden, und die zarteren Formen der Solenisciden und Auloplegmiden. Doch ist es bei allen diesen immerhin zur vollständigen Kenntniss nothwendig, wenigstens einen Längsschnitt und einen Querschnitt durch das einfache Olynthus-Röhrchen oder durch einen Ast des Soleniscus hinzuzufügen. Bei den anderen Formen der Asconen, bei den Nardopsiden, Tarromiden und Ascometriden, sowie bei vielen Formen von Solenisciden und Auloplegmiden, sind stets mehrere Schnitte durch den getrockneten Kalkschwamm erforderlich, um eine vollständige Vorstellung vom Bau des Ganzen zu erhalten. Insbesondere muss bei allen dickeren Stockformen (ausser den Längs- und Quer-Schnitten) ein äusserer Flächenschnitt von der Dermalfläche und bei denjenigen, bei welchen sich ein Pseudogaster entwickelt, ein innerer Flächenschnitt von der Pseudogastral-Fläche genommen werden.

Bei allen Leuconen ist eine grössere Anzahl von Schnitten des getrockneten Schwammes erforderlich, um vollständige Einsicht in die Zusammensetzung des Skelets zu erhalten. Abgesehen von den besonderen Schnitten, welche hier die verschiedenen socialen Formen (Polyleuconen) erfordern, müssen von jeder solitären Person (Monoleucon) folgende Schnitte gemacht werden: 1) ein mittlerer Längsschnitt durch den ganzen Körper (durch die Längsaxe des Magens); 2) mehrere Querschnitte (senkrecht auf die Längsaxe) in verschiedenen Höhen, und zwar mindestens drei: nahe der Basis, in der Mitte der Längsaxe, und nahe der Mundöffnung; 3) ein innerer Flächenschnitt von der Gastralfläche; 4) ein äusserer Flächenschnitt von der Dermalfläche; 5) mehrere Schnitte parallel der gastralen Fläche; 6) mehrere Schnitte parallel der dermalen Fläche. In vielen Fällen müssen dann noch besondere Schnitte durch einzelne Theile des Leucon-Körpers, und bei zusammengesetzten Leuconen natürlich durch verschiedene Theile des Stockes gemacht werden. Namentlich sind durch das Osculum und die nächstgelegenen Theile oft noch verschiedene Schnitte zu legen.

Bei den Syconen endlich sind ebenfalls stets mehrere Schnitte erforderlich, um die Zusammensetzung ihres Körpers, und namentlich des Skelet-Baues vollständig zu erkennen. Abgesehen von besonderen Schnitten, die bei einigen besonders differenzirten Formen nöthig werden, sind hier folgende Schnitte zu machen: 1) ein mittlerer Längsschnitt durch den ganzen Körper (durch die Längsaxe des Magens); 2) mehrere Querschnitte in verschiedenen Höhen (insbesondere ein basaler Querschnitt, unter dem Grunde des Magens, ein äquatorialer Querschnitt durch die Mitte der Längsaxe und mehrere orale Querschnitte in der Nähe der Mundöffnung; 3) ein innerer Flächenschnitt von der Gastralfläche; 4) ein äusserer Flächenschnitt von der Dermalfläche; 5) mehrere Längsschnitte, parallel der Längsaxe, zwischen der gastralen und dermalen Fläche. Ausserdem müssen in vielen Fällen noch diagonale Schnitte

in verschiedenen Richtungen hinzukommen. Die grösseren Schnitte müssen mit einem sehr breiten und flachen Rasirmesser, die kleineren theilweise mit dem spitzen Theil eines kleinen und schmalen Scalpelles angefertigt werden.

Die Beobachtungen, welche ich während eines Zeitraumes von fünf Jahren nach der hier angegebenen Methode über die Kalkschwämme angestellt habe, sind mit möglichst grosser Sorgfalt ausgeführt und dürfen auf Zuverlässigkeit Anspruch machen. Insbesondere bin ich bestrebt gewesen, das Detail der morphologischen Verhältnisse möglichst genau darzustellen und überall, wo es anging, die Formen durch sorgfältige Messungen mathematisch zu bestimmen. Jede einzelne Form ist wiederholt, in den meisten Fällen oft mehr als zehnmal gemessen, und die mitgetheilte Zahl das Resultat dieser wiederholten Messungen. Das Material, welches in dieser Beziehung der zweite Band, das „System der Kalkschwämme", liefert, ist sehr reich und um so werthvoller, als gerade die am sorgfältigsten gemessenen Skelettheile durch ihre relative Constanz die Vererbung und durch ihre unbegrenzte Variabilität die Anpassung der Formen ausgezeichnet erläutern und das Problem von der „Entstehung der Arten" auf das Einfachste lösen. Die umfangreiche Sammlung von Präparaten, welche ich von allen Formen der Kalkschwämme angelegt habe, gestattet es, die Richtigkeit der bezüglichen Messungen und Beschreibungen in jedem Augenblicke genau zu controliren.

III. Methode der systematischen Classification.

1. Methode der natürlichen und künstlichen Classification.

Die Methode der Classification und Benennung, welche ich in dem zweiten Bande dieser Monographie, in dem „System der Kalkschwämme", angewendet habe, weicht von den üblichen Methoden, welche bisher von den Systematikern angewendet wurden, in mehrfacher Hinsicht ab. Ich habe in diesem systematischen Theile zwei verschiedene Systeme der Kalkschwämme neben einander gestellt: ein natürliches und ein künstliches System. Das natürliche System, welches sämmtliche Species als blutsverwandte Zweige eines gemeinsamen Stammbaumes auffasst, verfolgt als Ziel die Phylogenie der Calcispongien und sucht synthetisch die verwandten Formen durch die Erkenntniss ihrer Blutsverwandtschaft zu verknüpfen. Das künstliche System hingegen, welches in der bisher üblichen Weise alle einzelnen Species als selbstständige und von einander unabhängige Organisations-Formen betrachtet, sucht lediglich die factisch bestehenden Unterschiede zwischen allen einzelnen Formen durch analytische Sonderung möglichst bestimmt zu erkennen und durch Gruppi-

rung in verschiedene subordinirte und coordinirte Kategorien übersichtlich auszudrücken. Demgemäss sind nach Zahl, wie nach Umfang und Inhalt ihres Begriffes die natürlichen Species wesentlich von den künstlichen verschieden, wie auch die Methode ihrer Aufstellung und Characteristik wesentlich verschieden ist. Denn das natürliche System legt das Hauptgewicht auf die Vererbung und berücksichtigt daher in erster Linie die inneren Structur-Verhältnisse; das künstliche System hingegen lässt sich mehr durch die Anpassung bestimmen und zieht vor allen die auffallenden äusseren Form-Verhältnisse in Betracht.

Diese beiden Systeme der Kalkschwämme können nicht allein neben einander bestehen, sondern sie sind sogar beide für die vollständige Erkenntniss der morphologischen Verhältnisse in dieser Gruppe unentbehrlich. Den Beweis dafür werde ich im vierten Abschnitte dieses Bandes führen, in welchem ich überhaupt das von mir aufgestellte System der Kalkschwämme zu rechtfertigen und die nähere Bedeutung des natürlichen und des künstlichen Systems zu erörtern habe. Hier dagegen, in der methodologischen Einleitung, habe ich nur mit wenigen Worten die bei jener Classification verfolgten Principien und die dabei angewendete Methode insoweit zu erläutern, als für das Verständniss des zweiten und dritten Abschnittes dieses Bandes erforderlich ist. Ich glaube diesen Zweck am einfachsten zu erreichen, wenn ich die genetische Richtung des von mir eingeschlagenen Weges kurz skizzire, die einfachste Urform oder die wirkliche Stammform der Kalkschwämme *(Olynthus)* in ihren wesentlichsten Characterzügen schildere, und daran die kurze Characteristik der abgeleiteten Formen schliesse, welche sich nach verschiedenen Richtungen hin von jener gemeinsamen Grundform ableiten lassen.

2. Die Stammform der Kalkschwämme.

Die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Calcispongien lässt uns die gemeinsame Stammform dieser Thiergruppe mit demjenigen Grade der Sicherheit erkennen, welcher überhaupt in der Phylogenie erreichbar ist. Diese Stammform ist der Olynthus (*O. primordialis,* Taf. 1, Fig. 1; *O. gracilis,* Taf. 6, Fig. 1; *O. fragilis,* Taf. 11, Fig. 6—9; *O. armatus,* Taf. 13, Fig. 1).

Olynthus ist ein einfacher, unverästelter, schlauchförmiger Körper von dem morphologischen Werthe einer einaxigen ungegliederten Person. Die Gestalt des Körpers ist sehr einfach: cylindrisch, spindelförmig, eiförmig oder birnförmig. Es ist nur eine einzige Axe unterscheidbar, die Längsaxe oder Hauptaxe *(Axon principalis).* Die dünne Wand des Körpers umschliesst eine einfache geräumige Höhle, die Magenhöhle *(Gaster* s. *Ventriculus).* Diese Höhle öffnet sich an dem einen Pole der Längsaxe (an dem oberen oder oralen Pole) durch eine weite, meist kreisrunde Oeffnung, die Mundöffnung *(Os* s. *Osculum),* während der entgegengesetzte

Pol (der untere oder aborale Pol) zur Anheftung des Schwammkörpers auf dem Meeresboden dient.

Die dünne Wand der Magenhöhle, die Körperwand oder Magenwand *(Paries gastrica)* besteht beim *Olynthus* aus zwei dünnen Membranen oder Blättern, welche zwar fest an einander liegen, aber anatomisch und genetisch völlig verschieden sind. Das äussere Blatt oder das Hautblatt *(Lamina dermalis)* ist dem Exoderma der übrigen Zoophyten, das innere Blatt, das Darmblatt oder Magenblatt *(Lamina gastralis)* dem Entoderma der letzteren homolog. Demgemäss entspricht das erstere dem äusseren Keimblatte oder dem animalen (sensoriellen) Blatte, das letztere dem inneren Keimblatte oder dem vegetativen (trophischen) Blatte bei den Embryonen der höheren Thiere.

Das Hautblatt *(Lamina dermalis)* oder die äussere Schicht der dünnen Magenwand des *Olynthus*, das Exoderma (e in den angeführten Figuren), besteht aus einem kernhaltigen Protoplasma-Lager *(Syncytium)*, welches aus einer Schicht von innig verschmolzenen Zellen zusammengesetzt ist und die Kalknadeln des Skelets umschliesst. (Taf. 1, Fig. 2, 3; Taf. 8, Fig. 14e; Taf. 11, Fig. 6—9e; Taf. 13, Fig. 2, 3e.) Nur die bleibenden und sich vermehrenden Zellenkerne (d) zeigen die Zahl und Lagerung der Zellen an, aus deren Verbindung das Syncytium besteht. Die Kalknadeln *(Spicula)* sind umschlossen von der structurlosen Grundsubstanz, welche sich an der Oberfläche der Nadeln zu besonderen Nadelscheiden *(Vaginae spiculares)* verdichtet. Die Grundsubstanz selbst *(Sarcodine)* ist homogen und structurlos, farblos, durchsichtig, sehr elastisch und contractil, und enthält ausser den Zellenkernen und Nadeln nur noch feine Körnchen von sehr wechselnder Zahl, Grösse, Lagerung und Beschaffenheit. Die Kalk-Nadeln des Skelets sind entweder dreistrahlig *(Trisceles)* oder vierstrahlig *(Tetrasceles)* oder einfach (Stabnadeln, *Monosceles*). Das Skelet besteht entweder bloss aus einer dieser drei Nadel-Arten oder aus einer Combination von zweien derselben oder aus allen dreien.

Das Magenblatt *(Lamina gastralis)* oder die innere Schicht der dünnen Magenwand des *Olynthus*, das Entoderma (i in den angeführten Figuren), besteht aus einer einfachen (selten mehrfachen) Schicht von Flimmerzellen, deren jede ein einziges, langes, schwingendes Geisselhaar trägt, und welche demgemäss als Geisselzellen *(Cellulae flagellatae)* zu bezeichnen sind. (Taf. 1, Fig. 7; Taf. 8, Fig. 14i; Taf. 11, Fig. 6—9i; Taf. 13, Fig. 2, 3i). Einzelne von diesen Geisselzellen differenziren sich geschlechtlich und verwandeln sich theils in „stecknadelförmige" Spermazellen, z *(Zoospermia)*, theils in amoeboide Eier, g *(Ovula)*. Letztere (g) sind grosse, nackte, amoebenartig ihre Form verändernde Zellen mit grossem Kern. Erstere (z) bleiben einfache Geisselzellen.

Die Magenwand des lebenden *Olynthus* erscheint gewöhnlich von zahlreichen feinen Löchern durchbohrt, den Hautporen *(Pori dermales)* oder Loch-Canälen

(Tubi porales) p. Diese Löcher sind mikroskopisch, mit blossem Auge nicht sichtbar, kreisrund oder länglichrund, von wechselnder Form und Grösse. Sie sind keine constanten Canäle mit besonderer Wandung, sondern einfache Parenchym-Lücken, welche jeden Augenblick an jeder freien Stelle der Magenwand (zwischen den Nadeln) entstehen und spurlos wieder vergehen können. Unter gewissen Bedingungen werden alle Poren geschlossen, und dann stellt der *Olynthus* einen einfachen Sack vor (gleich einem armlosen Hydra-Leibe), der nur durch eine grosse Mündung, das Osculum, sich öffnet. (Auch das Osculum kann sich schliessen, so dass dann der Körper eine ganz geschlossene Kapsel bildet.) Dieser zeitweilig auftretende, porenlose Zustand *(Prosycum)* kann jeden Augenblick wieder durch Bildung neuer Poren in den eigentlichen porösen *Olynthus* übergehen.

Die Schwingungen der Geisselzellen des Entoderms erzeugen Wasserströmungen, welche gewöhnlich durch die Poren („Einströmungslöcher") in die Magenhöhle eintreten, durch die Mundöffnung („Ausströmungsloch") wieder ausfliessen. Wenn jedoch die Poren geschlossen sind, tritt Wasser durch das Osculum eben so wohl ein als aus; und wenn umgekehrt das Osculum geschlossen, die Poren aber offen sind, fliesst Wasser durch einen Theil der Poren ein, durch einen anderen Theil aus.

3. Die Zweigformen der Kalkschwämme.

Mit derselben Sicherheit, mit welcher uns die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Kalkschwämme auf den *Olynthus* als ihre gemeinsame Stammform führt, mit derselben Sicherheit erlaubt sie uns auch, alle verschiedenen generischen und specifischen Formen von jener Grundform abzuleiten, und den Stammbaum der ganzen Gruppe wenigstens in seinen wichtigsten Grundzügen zu erkennen. Vier verschiedene Entwickelungs-Processe treten uns hier als formbildende Mächte entgegen: 1) die Differenzirung des Canal-Systems; 2) die Differenzirung des Skelet-Systems; 3) die Stockbildung, und 4) die Mundbildung.

I. Der wichtigste Differenzirungs-Process, welchen die Calcispongien überhaupt erleiden, betrifft die Bildung des Gastrovascular-Systems, und zwar speciell die Structur der Magenwand. Die Canäle, welche die Magenwand durchbohren und Wasser in die Magenhöhle einführen, sind bald unbeständige Lochcanäle (wie beim *Olynthus*) bald verzweigte Astcanäle, bald gerade unverästelte Strahlcanäle. Demnach zerfallen die Kalkschwämme in drei natürliche Familien, Asconen, Leuconen und Syconen.

II. Demnächst ist für das natürliche System der Calcispongien von grösster Bedeutung die mannichfaltige Formbildung der Nadeln *(Spicula)* und die Art und Weise, in welcher das Skelet aus den verschiedenen Nadelformen zusammengesetzt ist. Sie liefern die einzigen festen Anhaltspunkte zur Unterscheidung der

Genera und Species des natürlichen Systems. Da nun drei verschiedene Hauptformen von Nadeln bei den Kalkschwämmen auftreten und diese in sieben verschiedenen Combinationen sich finden, so lassen sich 21 natürliche Genera unterscheiden.

III. Von geringerer Bedeutung ist die Stockbildung der Kalkschwämme, die jedoch für die Individualitäts-Frage von besonderem Interesse ist. Es kann nämlich der reife und entwickelte Kalkschwamm entweder eine einzelne Person bleiben (wie *Olynthus*); oder es kann aus dieser Person durch unvollständige Spaltung (Theilung oder Knospenbildung) ein Stock *(Cormus)* entstehen; oder es kann ein solcher Stock auch durch secundäre Verwachsung von zwei oder mehreren ursprünglich einfachen Personen zu Stande kommen. Die mancherlei eigenthümlichen Verschiedenheiten, welche diese Stock-Formen und die Personen, namentlich bezüglich des Verhaltens ihrer Mundöffnungen darbieten, benützt das künstliche System zur Aufstellung von sieben Ordnungen, die nach der dreifach verschiedenen Structur der Magenwand in neunzehn Familien zerfallen.

IV. Am wenigsten massgebend für die Classification der Kalkschwämme, weil am meisten variabel, ist endlich die Mundbildung. Doch liefern die speciellen Unterschiede, welche in der besonderen Form der Mundöffnung vorkommen, immerhin ziemlich auffallende äussere Charactere, welche das künstliche System zur Unterscheidung der Genera benützt.

4. Classifications-Methode des natürlichen Systems.

Die Methode der Classification, welche das natürliche System befolgt, fasst in erster Linie diejenigen Verhältnisse ins Auge, welche sich am strengsten durch Vererbung erhalten. Das sind bei den Kalkschwämmen die Verhältnisse des Gastrovascular-Systems. Hiernach zerfällt die ganze Gruppe der Calcispongien in drei natürliche Familien, welche sich sehr wesentlich durch die Structur-Verhältnisse ihrer Magenwand und das Verhalten der dieselbe durchsetzenden Canäle unterscheiden. Ich nenne diese drei Familien Asconen oder Microporeuten, Leuconen oder Cladoporeuten, und Syconen oder Orthoporeuten.

Die erste Familie, die Ascones (*Microporeuta* meines Prodromus), enthält die Kalkschwämme mit Lochcanälen (Taf. 1—20). Hier behält die Magenwand oder Körperwand constant die einfache Structur des *Olynthus* bei, der die Wurzelform dieser Familie bildet. Die Magenwand bleibt dünn, und die Canäle, welche die Magenwand durchbohren und den Eintritt des Wassers in die Magenhöhle gestatten, sind einfache Parenchymlücken, zugleich Hautporen und Magenporen, wie beim *Olynthus*. Diese Hautporen können jederzeit entstehen und vergehen, an einer Stelle der Körperwand verschwinden und daneben an einer anderen Stelle neu auftreten. Eine besondere Wandung fehlt gänzlich. Es besitzen daher diese ver-

gänglichen Hautporen nicht den Formwerth von selbstständigen Organen, von bleibenden Canälen, sondern bloss von einfachen, wandungslosen Porencanälen oder Loch-Canälen *(Tubi porales)*. Diese einfache Structur erhält sich bei allen Asconen constant, mag nun der Körper einfach oder verästelt, mundlos, einmündig oder vielmündig, und hinsichtlich der Skeletbildung mannichfaltig differenzirt sein. Zu den Asconen oder Microporeuten gehören folgende Genera früherer Autoren: *Grantia*, Lieberkühn; *Nardoa*, Schmidt; *Leucosolenia*, Bowerbank; *Clathrina*, Gray; *Guancha*, Miklucho, und einige andere. Die ältesten beschriebenen Species dieser Familie sind *Spongia botryoides* (Ellis und Solander, 1786) und *Spongia complicata* (Montagu, 1814). Als die Stamm-Art der Asconen betrachte ich die Olynthus-Form von *Ascetta primordialis* (Taf. 1, 2).

Die zweite Familie, die Leucones (*Cladoporeuta* meines Prodromus) umfasst die Calcispongien mit Astcanälen oder verästelten Wandcanälen (Taf. 21—40). Hier wird die Magenwand oder Körperwand constant von ungeraden und verästelten Canälen durchzogen, welche mit vielen feinen Hautporen auf der äusseren Hautfläche oder Dermalfläche beginnen und mit wenigen, unregelmässig vertheilten, grossen Magenporen oder Gastral-Ostien auf der inneren Magenfläche oder Gastralfläche einmünden. Diese Ast-Canäle *(Tubi ramales)* verästeln sich demnach centrifugal und verlaufen unregelmässig gewunden von der Magenhöhle nach aussen, gewöhnlich ohne bestimmte Anordnung. Meistens bilden die Ast-Canäle zahlreiche Anastomosen und demgemäss ein lockeres oder dichteres Netzwerk innerhalb der Magenwand. Seltener fehlen die Anastomosen. Ursprünglich ist jeder Ast-Canal von einer Schicht Geisselzellen im grössten Theile seines Verlaufes ausgekleidet; nachträglich jedoch geht dasselbe häufig auf kleineren oder grösseren Strecken des Canal-Verlaufes verloren und zieht sich auf sinuöse Erweiterungen der Canäle („Geisselkammern") zurück. Die Zwischenräume zwischen den Canälen sind ausgefüllt von dem verdickten Syncytium des Exoderm und den darin enthaltenen Nadeln. Wo das Geissel-Epithelium fehlt, wird die Wand der Canäle bloss von dem Exoderm gebildet. Die Leuconen entstehen aus den Asconen dadurch, dass die Magenwand der letzteren durch Wucherung des Exoderms sich verdickt und dabei die einfachen und vergänglichen Hautporen zu constanten Canälen werden, die sich centrifugal verästeln. Zu den Leuconen oder Cladoporeuten gehören folgende Genera früherer Autoren: *Grantia* und *Sycinula*, Schmidt; *Leuconia* und *Leucogypsia*, Bowerbank; *Aphroceras*, Gray; *Trichogypsia*, Carter; *Baeria*, Miklucho. Die ältesten beschriebenen Species dieser Familie sind *Spongia ananas*, Montagu (1814) und *Spongia nivea*, Grant (1826). Als die Stamm-Art der Leuconen betrachte ich die Dyssycus-Form von *Leucetta primigenia* (Taf. 21).

Die dritte Familie, die Sycones (*Orthoporeuta* meines Prodromus), enthält die Kalkschwämme mit Strahl-Canälen (Taf. 41—60). Hier wird die Magenwand

oder Körperwand constant aus geraden und unverästelten Canälen zusammengesetzt, welche radial gegen die Axe des Magens gerichtet und ganz regelmässig vertheilt sind. Diese Strahl-Canäle *(Tubi radiales)* sind stets ungetheilt, entweder cylindrisch oder konisch, oder durch gegenseitigen Druck polyedrisch abgeplattet, prismatisch. Jeder einzelne Radial-Tubus hat vollkommen die Structur eines *Olynthus*. Jeder einzelne *Sycon* ist daher eigentlich als ein Stock von Asconen aufzufassen, dessen zahlreiche, regelmässig und dicht neben einander stehende Personen (die Radial-Tuben) durch strobiloide Gemmation aus einer einzigen ursprünglichen Person *(Olynthus)* entstanden sind; letztere persistirt als Magenhöhle des *Sycon*. Jeder Radial-Tubus mündet in die Magenhöhle mit einer grösseren Oeffnung *(Ostium gastrale)*; nach aussen dagegen durch die auf seiner distalen Fläche zerstreuten Hautporen, welche sich denjenigen der Asconen gleich verhalten; bisweilen hat auch jeder Tubus an seinem distalen Ende noch eine grössere Oeffnung *(Ostium dermale)*. Die Radial-Tuben bleiben entweder frei, mit weiten Intercanal-Räumen dazwischen; oder sie verwachsen der Länge nach mit ihren sich berührenden Rändern, so dass radiale Intercanäle dazwischen bleiben; oder sie verwachsen der Länge nach völlig mit ihren sich berührenden Flächen, so dass keine Intercanäle dazwischen übrig bleiben. Im letzteren Falle communiciren die benachbarten Radial-Tuben durch veränderliche Poren ihrer gemeinsamen Scheidewände *(Pori conjunctivi)*. Das Geissel-Epithel kleidet bei den Syconen bloss die Innenfläche der Radial-Tuben, nicht die ursprüngliche Magenhöhle aus. Zu den Syconen oder Orthoporeuten gehören folgende Genera früherer Autoren: *Grantia* und *Dunsterrillia*, Bowerbank; *Sycon*, Lieberkühn; *Alcyoncellum*, Blainville; *Ute* und *Syconella*, Schmidt; *Artynes*, Gray. Die ältesten beschriebenen Species dieser Familie sind *Spongia ciliata* und *Spongia compressa* von Otho Fabricius (1780). Als die Stammart der Syconen betrachte ich die Sycurus-Form von *Sycetta primitiva* (Taf. 41).

Während die drei natürlichen Familien der Calcispongien lediglich durch das Verhalten der Canäle in der Magenwand unterschieden werden, finden wir dagegen die einzigen sicheren Anhaltepunkte zur Unterscheidung natürlicher Gattungen und Arten in den Kalknadeln ihres Skelets. Die Form und Zusammensetzung dieser Nadeln oder *Spicula* vererbt sich innerhalb der Species so relativ constant, und bietet zugleich allein so feste, mathematisch bestimmbare Verhältnisse dar, dass sie für die natürliche Classification der Genera und Species von höchster, ja von allein massgebender Bedeutung ist. Ganz naturgemäss unterscheiden sich die Genera nach den Hauptformen der Nadeln und ihrer Combinationsweise, während die Species durch untergeordnete Gestaltdifferenzen der einzelnen Hauptformen bestimmt werden.

Es giebt bei den Kalkschwämmen nur drei verschiedene Hauptformen von Spicula, nämlich 1) Dreischenkelige Nadeln oder Dreistrahler *(Triscele s)*; 2) Vierschenkelige Nadeln oder Vierstrahler *(Tetrasceles)*; und 3) Einfache Nadeln

oder Stabnadeln *(Monosceles)*. Jede dieser drei Grundformen bildet entweder für sich allein das Skelet der Gattung, oder in Combination mit einer oder mit beiden anderen Grundformen. Demnach sind im Ganzen sieben verschiedene Skeletformen mathematisch möglich, und alle sieben sind zugleich in der Natur verwirklicht, nämlich: 1) Skelet bloss aus Dreistrahlern gebildet *(Ascetta, Leucetta, Sycetta)*. 2) Skelet bloss aus Vierstrahlern gebildet *(Ascilla, Leucilla, Sycilla)*. 3) Skelet bloss aus Stabnadeln gebildet *(Ascyssa, Leucyssa, Sycyssa)*. 4) Skelet aus Dreistrahlern und Vierstrahlern zusammengesetzt *(Ascaltis, Leucaltis, Sycaltis)*. 5) Skelet aus Dreistrahlern und Stabnadeln zusammengesetzt *(Ascortis, Leucortis, Sycortis)*. 6) Skelet aus Vierstrahlern und Stabnadeln zusammengesetzt *(Asculmis, Leuculmis, Syculmis)*. 7) Skelet aus Dreistrahlern, Vierstrahlern und Stabnadeln zusammengesetzt *(Ascandra, Leucandra, Sycandra)*.

Die natürlichen Species, welche innerhalb dieser natürlichen Genera weiterhin zu unterscheiden sind, und deren Zahl sich gegenwärtig auf Hundert und elf beläuft, werden bestimmt durch die feineren Formdifferenzen, welche an den drei Hauptformen der Spicula auftreten, durch ihre specielle Ausbildung und Differenzirung an verschiedenen Stellen des Körpers, und durch die bestimmte Art und Weise, nach welcher die verschiedenen Formen combinirt und geordnet sind.

5. Classifications-Methode des künstlichen Systems.

Die Methode der Unterscheidung und Classification der verschiedenen Formen, welche das vorstehend skizzirte natürliche System der Kalkschwämme (in der ersten Abtheilung des zweiten Bandes dieser Monographie) befolgt, ist gänzlich verschieden von der Methode, welche das bisher ausschliesslich angewendete künstliche System der Autoren befolgt hat, und welche ich in consequenter Anwendung der dabei festgehaltenen Principien in der zweiten Abtheilung des zweiten Bandes durchgeführt habe. Das natürliche System legte das grösste Gewicht auf diejenigen Organisations-Verhältnisse, welche sich offenbar am strengsten durch Vererbung erhalten: I. die typische Bildung des Gastrovascular-Systems, wie sie sich vor Allem in dem Bau der Magenwand ausspricht, und II. die Zusammensetzung des Skelet-Systems aus den verschiedenen Spicula-Formen. Das künstliche System hingegen legt grösseres Gewicht auf die durch Anpassung bedingten Form-Verhältnisse, nämlich: I. den verschiedenen Zustand der Individualität, und II. die verschiedene Mundbildung.

Bezüglich ihrer Individualität bilden alle Kalkschwämme in ausgebildetem und geschlechtsreifem Zustande entweder eine einzelne Person oder einen aus mehreren Personen zusammengesetzten Stock. Demnach unterscheidet das künstliche System zunächst als zwei Hauptabtheilungen: I. Einfache oder solitäre Kalkschwämme: Monograntiae (s. *Calcispongiae solitariae*): der Körper (eine Person) ist unver-

ästelt und enthält eine einzige Magenhöhle. II. Zusammengesetzte oder gesellige Kalkschwämme: Polygrantiae (s. *Calcispongiae sociales*): der Körper (ein Stock) ist verästelt und aus so viel Personen zusammengesetzt, als Aeste (oder Magenhöhlen) vorhanden sind.

Bezüglich der Mundbildung findet sich eine grössere Mannichfaltigkeit vor. Demnach zerfällt im künstlichen System zunächst die Abtheilung der Monograntiae in zwei Gruppen: 1) Dorograntiae: Solitäre Kalkschwämme ohne Mundöffnung *(Olynthus, Dyssycus, Sycurus)*; 2) Cystograntiae: Solitäre Kalkschwämme ohne Mundöffnung *(Clistolynthus, Lipostomella, Sycocystis)*. Unter den Polygrantien dagegen lassen sich nach der verschiedenen Bildung der Mundöffnung nicht weniger als fünf verschiedene Ordnungen unterscheiden, nämlich: 3) Cormograntiae: Stöcke, bei denen jede einzelne Person ihre eigene Mundöffnung besitzt *(Soleniscus, Amphoriscus, Sycothamnus)*; 4) Coenograntiae: Stöcke, bei denen alle Personen zusammen nur eine einzige gemeinsame Mundöffnung besitzen *(Nardorus, Coenostomus)*; 5) Tarrograntiae: Stöcke, deren Personen sich gruppenweise durch gemeinsame Mündungen öffnen; oder Stöcke, die aus zwei oder mehreren Coenograntien, d. h. einmündigen Stöcken, zusammengesetzt sind *(Tarrus, Artynas)*; 6) Cophograntiae: Stöcke ohne alle Mundöffnungen *(Auloplegma, Aphroceras, Sycophyllum)*: 7) Metrograntiae: Stöcke, welche aus zwei oder mehreren der vorher aufgeführten Formen zusammengesetzt sind *(Ascometra, Leucometra, Sycometra)*.

Während so das künstliche System einestheils nach der Individualität, anderntheils nach der Anwesenheit und Zahl der Mundöffnungen nicht weniger als 7 Ordnungen und 19 Familien unter den Kalkschwämmen unterscheidet, zerfällt sie diese weiterhin in 39 Genera, welche durch die besondere Form der Mundöffnung characterisirt werden. Diese kann nämlich entweder I. ganz einfach „nackt" sein; oder II. „rüsselförmig", d. h. in ein dünnhäutiges, enges, meist cylindrisches Rohr („Rüssel") verlängert; oder endlich III. „bekränzt", d. h. von einer Peristomkrone oder von einem Kranze frei hervorragender, sehr dünner und langer Stabnadeln umgeben. Indem nun diese drei verschiedenen Mundformen bei allen vorher angeführten mündigen Individualitäts-Formen vorkommen können, so ergeben sich für das künstliche System der Kalkschwämme 39 verschiedene Genera, welche in der nachstehenden Tabelle (C) übersichtlich zusammengestellt sind.

A. Tabellarische Uebersicht der 21 Genera und drei Familien des natürlichen Systems der Kalkschwämme.

Skelet-Struktur.	I. Ascones. Grantien mit Loch-Canälen	II. Leucones. Grantien mit Ast-Canälen	III. Sycones. Grantien mit Strahl-Canälen
Spicula sämmtlich dreistrahlig	1. Ascetta	8. Leucetta.	15. Sycetta
Spicula sämmtlich vierstrahlig	2. Ascilla	9. Leucilla	16. Sycilla
Spicula sämmtlich einfach	3. Ascyssa	10. Leucyssa	17. Sycyssa
Spicula theils dreistrahlig, theils vierstrahlig	4. Ascaltis	11. Leucaltis	18. Sycaltis
Spicula theils dreistrahlig, theils einfach	5. Ascortis	12. Leucortis	19. Sycortis
Spicula theils vierstrahlig, theils einfach	6. Asculmis	13. Leuculmis	20. Syculmis
Spicula theils dreistrahlig, theils vierstrahlig, theils einfach.	7. Ascandra	14. Leucandra	21. Sycandra

B. Tabellarische Uebersicht der 7 Ordnungen und 19 Familien des künstlichen Systems der Kalkschwämme.

Die 7 Ordnungen des künstlichen Systems sind durch die Individualität, die 19 Familien durch die Wandstructur bestimmt.	I. Ascones. Grantien mit Loch-Canälen	II. Leucones. Grantien mit Ast-Canälen	III. Sycones. Grantien mit Strahl-Canälen
I. Dorograntiae. Der Kalkschwamm bildet eine Person mit einer Mundöffnung.	1. Olynthida	2. Dyssycida	3. Sycarida
II. Cystograntiae. Der Kalkschw. bildet eine Person ohne Mundöffn.	4. Clistolynthida	5. Lipostomida	6. Sycocystida
III. Cormograntiae. Der Kalkschwamm bildet einen Stock mit lauter mündigen Personen.	7. Soleniscida	8. Amphoriscida	9. Sycodendrida.
IV. Coenograntiae. Kalkschwamm ein Stock mit einer einzigen gemeinsamen Mundöffnung.	10. Nardopsida	11. Coenostomida	—
V. Tarrograntiae. Kalkschwamm ein aus mehreren einmündigen Stöcken zusammengesetzter Stock.	12. Tarromida	13. Artynida	—
VI. Cophograntiae. Kalkschwamm ein Stock ohne Mundöffnungen.	14. Auloplegmida	15. Aphrocerida	16. Sycophyllida
VII. Metrograntiae. Kalkschwamm ein aus verschiedenen generischen Formen zusammengesetzter Stock.	17. Ascometrida	18. Leucometrida	19. Sycometrida.

C. Tabellarische Uebersicht der 39 Genera des künstlichen Systems der Kalkschwämme.

Ordines	Individualität und Beschaffenheit der Mundöffnung.	I. Ascones. Grantien mit Loch-Canälen	II. Leucones. Grantien mit Ast-Canälen	III. Sycones. Grantien mit Strahl-Canälen
Dorograntiae	Eine Person mit nackter Mundöffnung.	1. Olynthus	4. Dyssycus	7. Sycurus
	Eine Person mit rüsselförmiger Mundöffnung.	2. Olynthella	5. Dyssyconella	8. Syconella
	Eine Person mit bekränzter Mundöffnung	3. Olynthium	6. Dyssycarium	9. Sycarium
Cystograntiae	Eine Person ohne Mundöffnung.	10. Clistolynthus	11. Lipostomella	12. Sycocystis
Cormograntiae	Ein Stock mit lauter nacktmündigen Personen.	13. Soleniscus	16. Amphoriscus	19. Sycothamnus
	Ein Stock mit lauter rüsselmündigen Personen.	14. Solenula	17. Amphorula	20. Sycinula
	Ein Stock mit lauter kranzmündigen Personen.	15. Solenidium	18. Amphoridium	21. Sycodendrum
Coenograntiae	Ein Stock mit einer einzigen nackten Mundöffnung.	22. Nardorus	25. Coenostomus	—
	Ein Stock mit einer einzigen rüsselförmigen Mundöffnung.	23. Nardopsis	26. Coenostomella	—
	Ein Stock mit einer einzigen bekränzten Mundöffnung.	24. Nardoma	27. Coenostomium	—
Tarrograntiae	Ein aus mehreren Nardorus- oder Coenostomus-Stöcken zusammengesetzter Stock	28. Tarrus	31. Artynas	—
	Ein aus mehreren Nardopsis- oder Coenostomella-Stöcken zusammengesetzter Stock	29. Tarropsis	32. Artynella	—
	Ein aus mehreren Nardoma- oder Coenostomium-Stöcken zusammengesetzter Stock	30. Tarroma	33. Artynium	—
Cophograntiae	Ein Stock ohne Mundöffnung	34. Auloplegma	35. Aphroceras	36. Sycophyllum
Metrograntiae	Ein aus mehreren verschiedenen generischen Formen zusammengesetzter Stock.	37. Ascometra	38. Leucometra	39. Sycometra



Zweiter Abschnitt.

Morphologie

der

Kalkschwämme.



Drittes Kapitel.

Anatomie.

I. Generelle Anatomie.

1. Individualitäts-Lehre oder Tectologie.

Die erste Aufgabe, welche bei der wissenschaftlichen anatomischen Analyse jedes Organismus dem Biologen entgegentritt, ist die Bestimmung und Erkenntniss seiner Individualität, oder „die Erkenntniss der Naturgesetze, nach denen sich die organische Materie in diesem Naturkörper individualisirt, und meistens einen einheitlichen, aus Individuen verschiedener Ordnung zusammengesetzten Formen-Complex bildet". Diese ebenso wichtige und interessante, als schwierige und verwickelte Aufgabe fällt jenem Theile der allgemeinen Anatomie anheim, welchen man Tectologie, Individualitätslehre oder Structurlehre nennen kann [1]). Allerdings pflegen die meisten Biologen diese Frage bei Seite zu schieben, indem sie entweder die Schwierigkeit ihrer Lösung scheuen, oder umgekehrt die Antwort darauf für allzu einfach und fast selbstverständlich halten. Indess liefern gerade die Spongien den schlagenden Beweis, dass weder diese noch jene im Rechte sind, und dass eine richtige Erkenntniss der Individualitäts-Verhältnisse und der dadurch bedingten Structur und Zusammensetzung die erste Vorbedingung für jedes tiefere Verständniss des Organismus ist. Dies wird allein schon durch den Umstand bewiesen, dass nicht weniger als vier ganz verschiedene Ansichten darüber existiren, was man bei den Kalkschwämmen, und bei den Schwämmen überhaupt, als „das eigentliche Individuum" zu betrachten habe. Die einen betrachten als solches die isolirte „Schwammzelle"; andere jedes einzelne „Wimperorgan" oder jede Geisselkammer; eine dritte Ansicht findet das

---

1) Ernst Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen. 1866. Drittes Buch: Generelle Tectologie oder allgemeine Structurlehre (Individualitätslehre) der Organismen. Band I. S. 239—374.

„eigentliche Individuum des Schwammes“ in der „Person“ und eine vierte endlich in dem ganzen Schwammstocke oder Cormus.

Zur Lösung dieser Widersprüche stütze ich mich auf diejenige Individualitäts-Theorie, welche ich im dritten Buche meiner generellen Morphologie (Bd. I, p. 239—374) entwickelt habe. Da, wie ich dort (S. 253) hervorhob, gerade die Schwämme für die Frage von der organischen Individualität sehr instructiv und merkwürdig sind, so benütze ich diese Gelegenheit, sie ausführlicher zu erörtern, um so lieber, als ich meine frühere Theorie dadurch theils im Ganzen fester begründen, theils im Einzelnen berichtigen kann. Ich weiss sehr gut, dass jene Tectologie keine endgültige Lösung des schwierigen Individualitäts-Problems enthält und bin mir der Schwächen, welche meinen Versuchen zu seiner Lösung anhaften, wohl bewusst. Aber eben so sehr bin ich noch heute, wie damals, von der Ueberzeugung durchdrungen, dass die Individualitäts-Lehre zu den wichtigsten Grundfragen der philosophischen Morphologie gehört, und dass wir nur durch wiederholte und ernstliche Versuche, von verschiedenen Seiten her, uns allmählig ihrer richtigen Lösung nähern werden.

Den Kern meiner Individualitäts-Theorie habe ich in den Worten zusammengefasst: „Wir werden erstens genau und scharf zu unterscheiden haben zwischen der morphologischen und der physiologischen Individualität des Organismus und wir werden zweitens sorgfältig die Individualitäten verschiedener Kategorien (verschiedener Stufen oder Ordnungen) zu sondern haben, aus denen sich der ganze Organismus zusammensetzt (S. 265). Das morphologische Individuum oder die organische Formeinheit (*„Morphon“*) zerfällt in sechs verschiedene, subordinirte Kategorien oder Ordnungen von Individuen, und jede dieser Ordnungen tritt in bestimmten Organismen als physiologisches Individuum oder als organische Lebenseinheit (*„Bion“*) auf. Diese sechs Ordnungen der organischen Individualität sind folgende:

I. Plastiden oder Plasmastücke (entweder kernlose Plastiden [Cytoden] oder kernhaltige Plastiden [Zellen]).

II. Organe oder Werkstücke (entweder einfache [homoplastische] oder zusammengesetzte [heteroplastische] Organe).

III. Antimeren oder Gegenstücke (z. B. die fünf gleichwerthigen Theile des Echinodermen-Körpers, die vier radialen Stücke des Medusen-Körpers).

IV. Metameren oder Folgestücke (Segmente oder Zoniten, die hinter einander gelegenen gleichwerthigen Abschnitte des Wirbelthier-Körpers, des Gliederthier-Körpers u. s. w.).

V. Prosopen oder Personen (z. B. der ganze entwickelte Körper des Gliederthiers, der „Spross“ oder Blastus des Corallenstocks).

VI. Cormen oder Stöcke (z. B. der aus mehreren Personen zusammengesetzte Corallenstock).

Die physiologische Individualität des Organismus (das „Bion") kann durch jede dieser sechs Stufen der morphologischen Individualität (des „Morphon") in ausgebildetem Zustande repräsentirt werden. Alle sechs Morphonten können als Bionten auftreten. Ausserdem aber müssen wir noch drei verschiedene Erscheinungsweisen der physiologischen Individualität unterscheiden, nämlich das actuelle, das virtuelle und das partielle Bion (l. c. p. 334). Actuelles Bion ist jeder reife Organismus, welcher den höchsten Grad morphologischer Individualität erreicht hat, der ihm als ausgewachsenen Repräsentanten der Species zukommt (z. B. der verzweigte Spongien-Stock). Virtuelles Bion ist jeder unreife Organismus, welcher noch nicht jenen höchsten Grad morphologischer Individualität erreicht hat, zu dem er sich entwickeln kann (z. B. die Eizelle des Schwammes). Partielles Bion endlich ist jeder Theil des Organismus, welcher die Fähigkeit besitzt, nach seiner Ablösung (entweder vom actuellen oder vom virtuellen Bion) längere oder kürzere Zeit sich selbst zu erhalten und Lebenserscheinungen zu bewirken, ohne sich jedoch zum actuellen Bion entwickeln zu können (z. B. isolirte Geisselzellen der Spongien).

Obwohl ich die Grundgedanken dieser Individualitäts-Theorie auch jetzt noch für richtig halte, und glaube, dass sie viele schwierige morphologische Fragen zu lösen im Stande ist, so gestehe ich hier doch gern, dass sie in der strengen Consequenz, mit welcher ich sie für alle Organismen in der generellen Morphologie durchgeführt habe, nicht ohne Zwang und Willkühr aufrecht zu erhalten ist. Gerade der Versuch, mit ihrer Hülfe die sehr verwickelte Individualitäts-Frage der Schwämme zu lösen, wird uns zu einer angemessenen Reform derselben hinführen. Wir werden uns dabei nicht bloss auf die Kalkschwämme zu beschränken brauchen, sondern unsere Betrachtungen auf die ganze Classe der Spongien ausdehnen können, da sich Kalk-, Horn- und Kiesel-Schwämme hierin nicht wesentlich verschieden verhalten. Zunächst müssen wir zu diesem Zwecke die bisherigen Ansichten über die Individualität der Schwämme recapituliren.

Verschiedene Auffassungen des Spongien-Individuums.

Die älteren Biologen, welche sich mit den Schwämmen beschäftigten, fassten ganz allgemein und ohne Bedenken jeden Schwammkörper, mochte derselbe eine einfache Person (wie *Sycurus*, *Tethya*) oder einen verzweigten Stock (wie die meisten Spongien) darstellen, als ein natürliches Individuum auf. Sie verfuhren bei dieser Anschauung mit derselben Naivetät, mit welcher der Laie einen Baum oder einen Corallenstock, nicht minder als den Badeschwamm, mit dem er sich täglich wäscht, selbstverständlich als ein „Individuum" betrachtet.

Als man dann später, vorzüglich durch die Untersuchungen von Lieberkühn und Carter, die Anatomie der Spongillen näher kennen lernte, und dabei zu der

Ansicht gelangte, dass der ganze Weichkörper der Schwämme ein Aggregat von locker verbundenen, theils amoeboiden, theils flimmernden Zellen darstelle, glaubte man in diesen Zellen die „eigentlichen Individuen“ des Schwammkörpers gefunden zu haben. Die amoeboiden Schwammzellen verhielten sich nach ihrer Isolirung in der That ganz wie freie, selbstständige Amoeben, krochen umher, streckten formwechselnde Fortsätze aus, zogen sie wieder ein, nahmen feste Körperchen als Nahrung in sich auf u. s. w. Es war daher gewiss ganz natürlich, dass die beiden genannten Naturforscher, denen wir überhaupt die ersten genaueren Untersuchungen über die Histologie der Spongien verdanken, auf den Gedanken kamen, der ganze Schwamm sei eine grosse, aus vielen einzelnen Amoeben zusammengesetzte Rhizopoden-Colonie. Gerade der Süsswasserschwamm, die *Spongilla*, welche jene beiden Autoren zunächst allein untersuchten, besteht in überwiegender Masse aus solchen amoeboiden Zellen und ist daher vorzugsweise zur Stütze dieser Auffassung geeignet. CARTER sprach daher schon 1848 die Ansicht aus, dass die ganze Spongille ein grosser Coloniestock von proteusartigen Thieren sei [1]). LIEBERKÜHN bemerkte (1856) dazu, „dass die Spongillen sich bei dieser Annahme am meisten an Bekanntes anschliessen“ [2]). Er hat jedoch späterhin diese Auffassung ganz fallen lassen, während CARTER sie zwar auch später verliess, aber in neuester Zeit wieder darauf zurückkam [3]). Auch PERTY [4]) schliesst sich derselben an und erklärt jede einzelne Schwammzelle für einen Rhizopoden, während er die Flimmerzellen, als nicht zur Spongie gehörig, ausschliesst. Wie LIEBERKÜHN richtig bemerkt, würde, da die junge Spongille ganz allein aus amoeboiden Zellen zusammengesetzt ist, die Entwickelungsgeschichte für diese Ansicht so darzustellen sein: Einzelne Rhizopoden (oder Amoeboiden) bilden sich zu Flimmerzellen aus, andere verwandeln sich in Samenkapseln, noch andere in Eier u. s. w. Die grosse Mehrzahl der Spongillen-Zellen behält aber ihre ursprüngliche Rhizopoden-Natur bei. Der ganze Schwamm würde mit einem Worte als eine polymorphe Amoeben-Colonie aufzufassen sein, deren einzellige Individuen (die Amoeben) durch weit gehende Arbeitstheilung sehr verschiedene Formen und Functionen angenommen haben.

Der CARTER'schen Ansicht, dass die Schwämme Rhizopoden-Stöcke, und demnach das „eigentliche Individuum“ die amoeboide Schwammzelle sei, steht unter den neueren Ansichten am nächsten diejenige von H. JAMES-CLARK [5]). Dieser Mikro-

1) CARTER, Annals and Mag. of nat. hist. 1848, Vol. I. p. 303.

2) LIEBERKÜHN, Zeitschr. für wissensch. Zool. 1856. VIII, p. 310.

3) CARTER, Annals and Mag. of nat. hist. 1870, Vol. VI, p. 329. 1871, Vol. VIII, p. 6—14.

4) PERTY, Zur Kenntniss kleinster Lebensformen in der Schweiz, p. 185.

5) JAMES-CLARK, „On the Spongiae Ciliatae as Infusoria Flagellata; or Observations on the Structure, Animality and Relationship of *Leucosolenia botryoides*“. Proceedings Boston Society, 1866; Americ. Journ. of Science, 1866, und am ausführlichsten in den Memoirs Boston Society, Vol. I, part. III. 1867.

skopiker fasst ebenfalls die Spongien als Colonien oder Stöcke von einzelligen Organismen auf, will aber als solche nicht die amoeboiden Zellen, sondern die Flimmerzellen angesehen wissen. Der Unterschied von der Anschauung CARTER's erklärt sich einfach daraus, dass JAMES-CLARK nicht von den Kieselschwämmen (Spongillen) ausgeht, sondern von den Kalkschwämmen, und zwar ist es nur eine einzige Ascon-Species, *Ascortis fragilis* (von ihm als *Leucosolenia botryoides* bezeichnet), auf welche er seine Theorie stützt. Gerade bei diesen Asconen tritt allerdings die Flimmerzelle ganz besonders als anatomisches Element in den Vordergrund, und da diese Flimmerzelle wirklich stets eine einfache, mit einem einzigen langen Flimmerhaar versehene Geisselzelle ist, und auch sonst gewissen Geisselschwärmern oder Flagellaten höchst ähnlich ist, so trägt CLARK hierauf allein hin kein Bedenken, alle Schwämme für „Infusoria flagellata" zu erklären. Um dies zu beweisen, beschreibt er sehr genau eine Anzahl Flagellaten und zeigt, dass dieselben den einzelnen Geisselzellen der Asconen ganz gleich gebaut seien. Insbesondere wird die völlige Uebereinstimmung der letzteren mit *Codosiga* und *Salpingoeca* hervor gehoben. Auf die übrigen elementaren Bestandtheile des Schwammes, auf die Eier, die Spicula und überhaupt die sämmtlichen Theile des Exoderms legt CLARK dabei gar kein Gewicht. Sie sind nach ihm bloss das „Common dormitory" für die ganze Monaden-Gesellschaft. Er geht sogar so weit, die Vermuthung auszusprechen, dass man später die verschiedenen Spongien-Genera auf die einzelnen Flagellaten-Genera werde zurückführen, und als Monadoidae, Bicosoecoidae, Codosigoidae u. s. w. unterscheiden können.

Gegenüber diesen Anschauungen von CARTER, PERTY, CLARK u. s. w., welche in den einzelnen Zellen das Schwamm-Individuum erblicken, hielten die meisten Naturforscher an der älteren Ansicht fest, dass der ganze Schwamm-Körper als ein Individuum aufzufassen sei. Zur Begründung dieser Annahme führte DUJARDIN insbesondere die physiologische Einheit des ganzen Schwammes und seines zusammenhängenden Canalsystems an[1]). LIEBERKÜHN dagegen versuchte diesen Individualitäts-Begriff des Schwammes genealogisch zu begründen, indem er Alles das als zu einem Individuum gehörig betrachtete, was aus einer Spore oder einem befruchteten Ei sich entwickelt[2]). „Die „Schwärmspore" (d. h. die Planula) und ebenso die daraus hervorgehende Spongille ist keine Colonie, sondern ein Individuum, und zwar ein Thier, welches sich äusserst träge mittelst einer Art von Pseudopodien bewegt; die contractilen Zellen vertreten vornehmlich die Muskeln, und verhalten sich gegen mechanische, chemische und electrische Reize anders, wie die Muskeln anderer Thiere. Eine entwickelte Spongille hat mindestens eine Oeffnung, in die feste und flüssige Substanz eingeführt, und einen

---

1) DUJARDIN, Hist. nat. des Zoophytes, 1841, p. 305, 306. „Appendice aux familles des Amibiens et des Monadiens: Organisation des Éponges."

2) LIEBERKÜHN, Archiv für Anat. und Physiol. 1856, p. 511.

röhrenförmigen Fortsatz, aus welchem Substanzen ausgeworfen werden können. Im Innern des Körpers befinden sich Wimpern, welche Höhlungen auskleiden, die möglicher Weise Abtheilungen eines ununterbrochenen darmähnlichen Rohres sind. Die Fortpflanzung geschieht durch Spermatozoiden und Eier" [1]).

Nach dieser Ansicht würde jede Spongie, welche aus einer Flimmerlarve, also aus einem Ei, hervorgegangen ist, als ein Individuum aufzufassen sein, mag dieselbe nun klein oder gross, einfach oder verästelt, mit einem oder mit vielen Oscula ausgestattet sein. Der Individualitäts-Begriff würde damit wesentlich auf genealogischer Basis begründet und durch die Ableitung von einer einzigen ursprünglichen Zelle, der Eizelle, motivirt werden, wie dies in ähnlicher Weise schon früher GALLESIO (1816) für die vegetabilische und HUXLEY (1855) für die animalische Individualität überhaupt durchzuführen versucht hatte [2]).

Während CARTER anfänglich die *Spongilla* für eine Colonie von Amoeben und jede einzelne amoeboide Zelle für das eigentliche Individuum dieses Stockes erklärt hatte, änderte er später (1857) seine Ansicht dahin um, dass die eigentlichen Thiere (oder Individuen) des Schwammstockes die „Wimperorgane" oder Geisselkammern seien. Er beschreibt diese als „flaschenförmige Säcke" (Ampullaceous sacs), als Magensäcke oder rundliche Blasen, welche inwendig flimmerten und nach Art der Polypen in eine gemeinschaftliche Leibessubstanz eingesenkt seien. Sie sollen durch Metamorphose einer einzigen Zelle ihren Ursprung nehmen und nach ihrer Trennung von dem ganzen Körper sich zu amoeben-artigen Wesen entwickeln (!). Zwei Jahre später gerieth CARTER unbegreiflicher Weise auf die paradoxe Vorstellung, dass diese „Ampullaceous sacs" nicht hohle, inwendig flimmernde Blasen, sondern solide, auswendig flimmernde Körper, den Volvocinen vergleichbar seien. Indess hat er diese gänzlich verfehlte Ansicht, wonach der Schwammkörper eigentlich ein grosser Volvocinen-Stock sein würde, später wieder zurückgenommen (1861).

Die Auffassung, dass die „Geisselkammern" oder „Wimperorgane" das eigentliche Individuum der Spongien repräsentiren, ist in der That mit der ganzen übrigen Organisation derselben unvereinbar, und hat daher auch weiter gar keinen Anklang und Einfluss gewonnen. Es ist aber für die Tectologie der Spongien von Interesse, dass unter den verschiedenartigen Versuchen, die Individualität des Schwammkörpers zu bestimmen, auch der Versuch, dieselbe in ein einzelnes Organ zu verlegen, vertreten ist. Denn es kann keinem Zweifel unterliegen, dass jene Wimperorgane oder Geisselkammern, mag man sie sonst noch so verschieden beurtheilen, dennoch nur Organe der Spongie darstellen, und zwar sowohl in physiologischem, wie in morphologischem Sinne. Eine schärfere Auffassung der Spongien-Individualität wurde erst 1864 von

1) LIEBERKÜHN, Archiv für Anat. und Physiol. 1856, p. 512.

2) Vergl. meine Generelle Morphologie, Bd. I, p. 261, 262.

Oscar Schmidt angebahnt [1]). Derselbe unterscheidet zum ersten Male einfache und zusammengesetzte Schwämme. Einfache (monozoe oder solitäre) Spongien sind alle diejenigen, welche nur eine Mündung oder Ausströmungsöffnung, ein Osculum besitzen (z. B. *Dunstervillia* unter den Kalkschwämmen, *Euplectella* und *Caminus* unter den Kieselschwämmen). Zusammengesetzte (polyzoe oder sociale) Spongien, den Stöcken oder Colonien der Corallen und anderer Thiere vergleichbar, sind alle Schwämme, welche zwei oder mehrere Oscula besitzen. Das für den Begriff des Spongien-Individuums Bestimmende ist demnach die einheitliche Organisation und Abgrenzung des Canalsystems, welche sich in dem Besitze einer grösseren Ausströmungs-Oeffnung ausspricht. „Jeder Theil des Schwammes, an welchem sich ein eigenes Osculum öffnet, vereinigt die Bedingungen und die Kennzeichen der Individualität in sich.“ Allerdings ist die Abgrenzung dieser Individuen an den zusammengesetzten Stöcken meistens nur sehr unvollkommen; jedoch bleiben die Centra der den Individuen gleichwerthigen Bezirke fest, „wenn auch die Peripherien sich um ganze Linien Breite willkührlich verrücken lassen.“

Mit dieser Unterscheidung O. Schmidt's war der erste Schritt zu einer festeren Begrenzung des Individualitäts-Begriffes bei den Schwämmen gegeben. Indessen ist derselbe keineswegs für alle Fälle ausreichend. Vor allen treten hier diejenigen Schwämme störend dazwischen, welche ihre ursprünglichen Mündungen oder Oscula in Folge späterer Verwachsung verloren haben. Diese secundäre Obliteration kommt sowohl bei monozoen Spongien mit einem Osculum, als bei polyzoen Spongien mit vielen Mündungen sehr häufig vor. Hier lässt uns also das bestimmende Kriterium im Stich; und nicht minder in jenen sehr merkwürdigen Fällen, wo ein ursprünglich vielmündiger Stock später durch Verwachsung ein einziges gemeinsames Osculum für die getrennten Individuen erhält (Coenostomie). Es wird also jedenfalls diese Begriffsbestimmung noch einer schärferen Begrenzung bedürfen.

Ausserdem aber ist nicht zu vergessen, dass auch jene anderen Ansichten, wonach entweder die einzelne Schwammzelle oder der ganze Schwammstock oder nur ein einzelnes Organ (Wimperorgan) das „eigentliche Spongien-Individuum“ ist, innerhalb gewisser Grenzen ihre Berechtigung haben. Wir werden eben auch hier, wie überall nur dadurch zum endgültigen Ziele kommen, dass wir nach den in meiner Tectologie erläuterten Grundsätzen verfahren, und einerseits zwischen physiologischen und morphologischen Individuen, anderseits zwischen den morphologischen Individuen verschiedener Ordnung unterscheiden.

Morphologische Individualität der Spongien.

Bei Bestimmung der morphologischen Individualität jedes Organismus müssen wir zunächst untersuchen, welche von den oben angeführten sechs Individualitäts-

1) O. Schmidt, Adriat. Spong. I. Suppl. 1864, p. 16, 17.

Ordnungen, und in welcher Ausbildung dieselben am vollständig entwickelten Organismus vorliegen. Um hier bezüglich der Schwämme an bekannte Verhältnisse anzuknüpfen, werden wir uns zunächst an die Corallen wenden. Auch wenn die später von uns zu erörternde nahe Verwandtschaft der Schwämme und Corallen nicht existirte, und wenn auch die Aehnlichkeiten zwischen beiden Classen nur Analogien, nicht Homologien wären, lässt sich doch nicht läugnen, dass gerade die Individualitäts-Verhältnisse in beiden die auffallendste Uebereinstimmung zeigen. Ist ja doch diese Aehnlichkeit so augenfällig, dass allein um ihretwillen schon die älteren Naturforscher eine nähere Verwandtschaft der Corallen und Schwämme behaupteten.

Bei den Corallen unterscheidet man in tectologischer Beziehung solitäre und sociale Formen, oder „eigentliche Individuen" und „Stöcke". Die meisten Corallen-Arten bilden Stöcke, während einige (z. B. Cereanthus, die meisten Actinien und Fungien) gewöhnlich auf der ursprünglichen Stufe von einzelnen oder solitären Individuen verharren. Betrachten wir uns das „eigentliche Individuum" oder die Einzel-Coralle näher, so finden wir, dass dieselbe stets ihren eigenen Mund und Magen besitzt. Der Mund ist strahlenförmig von einer constanten Anzahl von Tentakeln umgeben, welcher um den Magen herum eine eben so grosse Anzahl von radialen Hauptcanälen oder „perigastrischen Fächern" entspricht. Diese Zahl, welche für die einzelnen Species (und auch für die grösseren Species-Gruppen) ganz constant, also streng erblich ist, beträgt entweder vier (bei allen Tetracorallen, z. B. den Rugosen), oder acht (bei allen Octocorallen, z. B. den Alcyonarien) oder sechs (bei allen Hexacorallen, z. B. den Actinien). Dieser homotypischen Grundzahl entsprechend erscheint die solitäre Coralle aus einer constanten Zahl von strahligen Theilstücken zusammengesetzt, welche in radialer Stellung um die gemeinsame Hauptaxe oder Längsaxe des Thieres gruppirt sind. Jedes dieser radialen Theilstücke, durch eine ideale Radial-Ebene scharf von den beiden benachbarten Theilstücken abgesetzt oder trennbar, enthält wesentlich dieselben Organe in derselben Zahl, Lagerung, Bildung u. s. w. Kurz, jedes dieser radialen Segmente entspricht demjenigen bestimmten Individualitäts-Begriffe, den ich in der generellen Morphologie Gegenstück oder Antimer genannt habe. Bei den Tetracorallen kann also der ganze Körper in vier, bei den Octocorallen in acht, bei den Hexacorallen in sechs Gegenstücke oder Antimeren zerlegt werden. Diese Gegenstücke bleiben oft zeitlebens congruent (bei den völlig regulären Corallenthieren, z. B. bei den einzelnen Individuen von Alcyonium, Actinia). Aber auch da, wo sie später in Folge secundärer Differenzirung mehr oder weniger ungleich werden (wie z. B. bei den sechszähligen Flabellen und Oculinen [1]),

1) Dass die Ungleichheit der Antimeren bei den Oculinen, Flabellen und vielen anderen Corallen nicht primär ererbt, sondern secundär durch Anpassung entstanden ist, ergiebt sich a priori aus einer denkenden Betrachtung der allgemeinen Entwickelungs-Gesetze und wird a posteriori durch die Thatsachen der Ontogenesis bestätigt. Die reguläre Pyramide (Homostaura), welche die stereometrische Grund-

sind sie doch ursprünglich congruent gewesen, wie aus der Entwickelungsgeschichte hervorgeht. In der Mitte jedes Antimeres verläuft die bestimmende Kreuzaxe, deren proximaler Pol in der Hauptaxe des Thieres endet, während der distale Pol die Kante der regulären Pyramide bestimmt, welche die geometrische Grundform des Thieres ist. Die Axe dieser Pyramide (die Verbindungslinie zwischen der Spitze und dem Mittelpunkt der Grundfläche) fällt mit der Hauptaxe oder Längsaxe der Coralle zusammen, deren einer Pol der orale, der andere der aborale ist. Der Oral-Pol oder Mundpol entspricht dem Mittelpunkt der Pyramiden-Basis, der aborale oder Gegenmund-Pol dagegen der Pyramiden-Spitze.

Bei vielen Einzel-Corallen ist nun mit dieser radialen Zusammensetzung des Körpers aus homotypischen Stücken oder Antimeren die morphologische Individualitäts-Stufe keineswegs vollendet, sondern es tritt dazu noch eine deutliche Gliederung in der Längsaxe. Diese longitudinale Gliederung wird besonders durch die horizontalen Scheidewände oder Böden (Tabulae und Dissepimenta) angezeigt, welche senkrecht auf der Längsaxe stehen, am stärksten entwickelt bei den Tabulaten, Rugosen u. s. w. Bei diesen Corallen kann man in ähnlicher Weise von einer longitudinalen Gliederung des Körpers sprechen, wie bei den Vertebraten, Arthropoden, Anneliden u. s. w. Wir können daher auch dort, eben so wie hier, die einzelnen, hinter einander liegenden Abschnitte als Folgestücke oder Metameren bezeichnen.

Wenn wir nun bei tectologischer Untersuchung der Corallen von diesen letzteren, in morphologischer Beziehung am höchsten entwickelten Corallen, ausgehen wollten, so würden sich alle sechs Stufen der morphologischen Individualität, die wir überhaupt unterscheiden können, bei dem aus derartigen Einzel-Corallen zusammengesetzten Stocke nachweisen lassen. Ein solcher Corallen-Stock entspricht in tectologischer Beziehung vollständig einem Baume, oder überhaupt einer zusammengesetzten, stockbildenden phanerogamen Pflanze. Wie ich in der generellen Morphologie ausführlich nachgewiesen habe, ist die tectologische Parallele zwischen dem verzweigten Pflanzenstock der Phanerogamen und dem verzweigten Thierstock der Corallen in der That vollständig. Selbstverständlich ist diese Parallele nicht im Entferntesten als eine Homologie aufzufassen, sondern nur als ein Ausdruck der Thatsache, dass der Aufbau der zusammengesetzten Individualitäten bei den verschiedensten Organismen-Gruppen nach auffallend übereinstimmenden Gesetzen erfolgt. Fassen wir das Resultat dieser Vergleichung hier kurz zusammen, so ergiebt sich folgende Stufenreihe:

---

form der regulären Corallen-Personen ist, geht in Folge jener Anpassung (welche morphologisch am schärfsten in der Differenzirung der Kreuzaxen und ihrer Pole hervortritt) in die irreguläre Pyramide (Heterostaura) über, und zwar entweder in die amphitheete Pyramide (Autopola) oder in die Zeugiten-Pyramide (Amphipleura). Vergl. die nähere Begründung dieser Anschauung im I. Bande der generellen Morphologie, besonders p. 485 (Flabellum) und p. 501 (Oculina). Taf. I, Fig. 2, 3.

Phanerogamen-Stock:	Corallen-Stock:	Individualitäts-Stufe:
I. Morphonten erster Ordnung: Plastiden.	Zellen (und Cytoden).	Zellen (und Cytoden).
II. Morphonten zweiter Ordnung: Organe.	Axiale und laterale Theile: Rumpforgane und Extremitäten (Tentakeln etc.).	Axiale und laterale Theile: Stengelorgane und Blattorgane.
III. Morphonten dritter Ordnung: Antimeren.	Die sechs radialen Abschnitte eines sechszähligen Corallen-Einzelthiers.	Die sechs radialen Abschnitte eines sechszähligen Blüthensprosses.
IV. Morphonten vierter Ordnung: Metameren.	Rumpfglieder (durch Tabulae oder Dissepimenta getrennt).	Stengelglieder (durch Internodien getrennt).
V. Morphonten fünfter Ordnung: Prosopen.	Einzelthiere des Corallenstockes oder „eigentliche Individuen".	Sprosse oder Blasten.
VI. Morphonten sechster Ordnung: Cormen.	Corallenstock (Vielheit von Prosopen).	Phanerogamenstock (Vielheit von Sprossen).

Wenn die sechs unterscheidbaren Individualitäts-Stufen in dieser Weise beim Corallenstock eben so wie beim Pflanzenstock vollständig entwickelt sind, so erfüllt jede Stufe wirklich die erste Anforderung, welche die generelle Morphologie an sie stellt: „Jede einzelne Formeinheit höherer Ordnung ist eine Vielheit (Synusie oder Colonie) von mehreren vereinigten Formeinheiten der vorhergehenden niederen Ordnungen" (Gen. Morph. I, p. 367, These 21). Der Stock oder Cormus ist aus mehreren vereinigten Prosopen oder Personen (Sprossen) zusammengesetzt. Jedes Prosopon besteht aus mehreren Metameren (Stengelgliedern). Jedes Metamer lässt sich in mehrere Antimeren (Radialsegmente) zerlegen. Jedes Antimer ist aus mehreren Organen (Rumpftheilen und Extremitäten) zusammengesetzt. Jedes Organ besteht wiederum aus mehreren vereinigten Plastiden (Zellen oder Cytoden). Die Plastiden sind die letzten wirklich anatomisch unterscheidbaren Form-Einheiten, die wir an einem solchen höchst zusammengesetzten Organismus isoliren können. Sie sind die wirklich einfachen Form-Individuen oder Morphonten. Alle anderen Morphonten (zweiter bis sechster Ordnung) sind zusammengesetzte Individuen oder Colonien (Synusien, Complexe). (Gen. Morph. I, p. 367, These 22.)

Vergleichen wir nun die Corallenstöcke mit den Schwammstöcken, so ergeben sich bei strenger Anwendung der von mir in der generellen Tectologie aufgestellten Grundsätze Schwierigkeiten, welche nicht ohne Weiteres zu lösen sind. Am leichtesten erscheint es hierbei, von den am meisten entwickelten Formen auszugehen, von den Stöcken oder Cormen. Da springt zunächst am klarsten die Uebereinstim-

mung in die Augen, welche gerade in Bezug auf die Stockbildung zwischen den Corallen und Schwämmen existirt. Alle die verschiedenen Hauptformen von Stöcken, die man bei den Corallen unterscheiden kann: strauchartig und baumartig verzweigte Stöcke, massive und lamellöse, traubige und buschige Cormen — und was für Modificationen man sonst noch bei den Corallenstöcken finden mag — sie alle haben auch bei den Schwämmen, sowohl bei den Kieselschwämmen als bei den Kalkschwämmen ihre Vertreter. Wir können demnach von Schwammstöcken eben so gut wie von Corallenstöcken reden.

Wenn wir nun weiter die constituirenden Elemente ins Auge fassen, welche den Stock zusammensetzen, die nächst untergeordneten Morphonten oder Form-Einheiten, durch deren vereinigte Vielheit der Cormus entsteht, so ergeben sich als solche beim Corallenstock die „Einzelthiere" oder „eigentlichen Individuen", welche wir vorher schärfer als Prosopen oder Personen bezeichnet haben. Jede solche Person hat ihren eigenen Magen und ihren eigenen Mund, der von einem Tentakelkranz umgeben ist. Der Magen ist von den perigastrischen Fächern umgeben, deren Scheidewände die Grenzen der Antimeren andeuten. Bei den gegliederten Corallen sind überdies durch die horizontalen Böden (Dissepimenta) und Tafeln (Tabulae) die Grenzen der Metameren bestimmt.

Suchen wir nun nach den entsprechenden Morphonten bei den Schwämmen, so finden wir eine grosse Ungleichmässigkeit in ihrer Erscheinung. In manchen Fällen, besonders bei vielen Kieselschwämmen und Hornschwämmen (auch bei den meisten Exemplaren des gewöhnlichen Badeschwammes) werden wir uns vergeblich nach deutlich getrennten Personen am Schwammstock umsehen. In anderen Fällen dagegen scheinen die Morphonten, welche den Corallen-Personen vergleichbar sind, aus der Zusammensetzung des Stockes sich unmittelbar zu ergeben. Dies gilt namentlich für die Mehrzahl der Kalkschwämme, und zwar für alle drei Familien derselben. Als Beispiele betrachte man von den Asconen: *Soleniscus gracilis* (Taf. 6, Fig. 3) und *Solenidium nitidum* (Taf. 17, Fig. 7); von den Leuconen: *Amphoriscus asper* (Taf. 35, Fig. 5) und *Artynas alcicornis* (Taf. 37, Fig. 4); von den Syconen: *Sycothamnus testiparus* (Taf. 47, Fig. 3) und *Sycodendrum arborescens* (Taf. 58, Fig. 7). Bei diesen und bei vielen anderen Kalkschwämmen setzen sich die Form-Einheiten, welche den Corallen-Personen vergleichbar erscheinen, ohne Weiteres klar und scharf von der gemeinsamen Substanz des Stockes, dem Coenosom ab. Jede Person umschliesst eine mehr oder minder geräumige centrale Höhle, die sich an dem Ende, welches dem Ansatz am Stocke entgegengesetzt ist, durch eine grosse Mündung nach aussen öffnet. Wir können diese Höhle dem Magen der Corallen, und ihre Oeffnung dem Munde der letzteren vergleichen, und werden später die Richtigkeit dieses Vergleiches zu begründen versuchen. Zunächst mag aber hervorgehoben werden, dass es auch viele Schwamm-Arten giebt (z. B. viele Syconen, unter den Kieselschwämmen *Lanuginella*,

Tetilla, Euplectella), bei denen constant nur eine solche Höhlung und eine grössere Oeffnung im ganzen Körper existirt. Diese verhalten sich also zu der Mehrzahl der Schwämme, die zusammengesetzte Stöcke bilden, ebenso wie die solitären Corallen (Actinia, Fungia) zu der Mehrzahl der stockbildenden Corallen. Entsprechend würden wir also auch bei den Schwämmen, wie bei den Corallen, jede Formeinheit, welche eine centrale Höhlung (Magen) mit einer grösseren Oeffnung (Mund oder Osculum) besitzt, als Person bezeichnen können. Im Wesentlichen würde diese Anschauung mit der vorher angeführten Auffassung der Spongien-Individualität von O. Schmidt zusammenfallen: „Jeder Theil des Schwammes, an welchem sich ein eigenes Osculum öffnet, vereinigt die Bedingungen und Kennzeichen der Individualität in sich."

Wir werden nachher sehen, dass diese Begriffs-Bestimmung der Person allerdings nicht immer zutrifft, und dass wesentlicher noch, als das Osculum, der Magen und die Entwickelung einer selbstständigen Längsaxe ist. Indessen können wir hier zunächst davon absehen, und indem wir die allgemeine Homologie zwischen den Personen der Spongien und Corallen festhalten, weiter untersuchen, in wie weit sich diese Vergleichung durchführen lässt. Wenn wir zu diesem Behufe die tectologische Zusammensetzung der Spongien-Person näher ins Auge fassen, so ergiebt sich freilich eine bedeutende Differenz. Von den deutlichen Antimeren, welche wir bei fast allen, von den Metameren, welche wir bei vielen Corallen finden, ist bei den meisten Spongien Nichts zu sehen, so wenig als bei vielen Hydroid-Polypen. Wollten wir demnach die in der generellen Morphologie aufgestellte Individualitäts-Lehre in aller Strenge durchführen, so würden wir der Spongien-Person nicht den Werth eines morphologischen Individuums fünfter, sondern nur zweiter oder dritter Ordnung beilegen können. Wir müssten sie dann nicht als Person, sondern nur als „Organ" (in rein morphologischem Sinne) oder als „Antimer" bezeichnen.

Aehnlichen Schwierigkeiten begegnet unsere Individualitäts-Theorie auch bei anderen Organismen. Zunächst stösst uns nämlich bei den Corallen selbst, ebenso ferner bei den meisten Hydroiden und den Tunicaten die Frage auf: Sollen wir bloss jene „gegliederten" Corallen-Personen, deren Leib durch Tafeln und Dissepimente gegliedert, also deutlich aus Metameren zusammengesetzt ist, für wirkliche Individuen fünfter Ordnung, für echte Prosopen erklären? Und sollen wir die andern, „ungegliederten" Corallen-Personen, denen die Tafeln und Dissepimente, — also auch die Metameren — fehlen, nur für Individuen vierter Ordnung, also für Aequivalente eines Metameres, erklären? Verhalten sich mithin die letzteren zu den ersteren ebenso, wie die ungegliederten Würmer (z. B. die Trematoden und die einfachen Cestoden, Caryophyllaeus etc.) zu den gegliederten Würmern (z. B. den Anneliden und den zusammengesetzten Cestoden, Taenia etc.)?

In meiner generellen Morphologie habe ich diese Frage bejahen müssen, weil ich streng die dort aufgestellte Theorie durchführen und an den dabei zu Grunde liegenden

und vorher angeführten Thesen (21 und 22, p. 367 l. c.) festhalten wollte. Um die dadurch entstehenden Schwierigkeiten zu umgehen, nahm ich an, dass viele sogenannte Thierstöcke, nämlich alle jene, deren Personen ungegliedert sind, zwar scheinbar die sechste, eigentlich aber nur die fünfte Individualitäts-Stufe erreichen. Solche Scheinstöcke oder Pseudocormen seien in Wirklichkeit nur Vielheiten von Metameren, also Personen. Um sie aber von den gewöhnlichen, gegliederten Personen zu unterscheiden, nannte ich die letzteren Ketten-Personen *(Prosopa catenata)*, die ersteren Busch-Personen *(Prosopa fruticosa)*. Solche Busch-Personen oder Scheinstöcke würden nicht bloss alle Corallenstöcke sein, deren Personen ungegliedert sind (ohne Tafeln und Dissepimente), sondern auch alle Tunicaten-Stöcke, die meisten Stöcke von Bryozoen und Hydroiden, Viscum unter den Phanerogamen, viele Cryptogamen etc. (vergl. Gen. Morph. I, p. 325, 326 u. s. w.). Auch die Schwammstöcke würden demgemäss nur scheinbare Stöcke oder Cormen, keine wirklichen Morphonten sechster Ordnung sein.

Ich gestehe, dass ich das Steife und Gezwungene, das in dieser consequenten Durchführung jener Individualitäts-Theorie liegt, schon damals, bei ihrer Aufstellung, wohl gefühlt habe. Indessen fand ich damals keinen Ausweg, der nicht zu noch grösseren tectologischen Schwierigkeiten geführt hätte. Jetzt dagegen glaube ich einen solchen gefunden zu haben, und die Frage von einer anderen Seite her befriedigend lösen zu können.

Es ergiebt sich nämlich eine mehr natürliche und ungezwungene Auffassung der organischen Individualitäts-Verhältnisse, wenn man den Individualitäten dritter und vierter Ordnung, den Antimeren und Metameren, eine mehr untergeordnete Stellung anweist und demnach nur vier verschiedene Hauptstufen unterscheidet: I. die Plastide, II. das Idorgan, III. die Person, IV. den Stock. Es müssen dann aber fernerhin wieder folgende drei verschiedene Ausbildungsstufen der Person unterschieden werden, nämlich: 1) die monaxonie und ungegliederte Person (ohne Antimeren und ohne Metameren), z. B. die Person von *Olynthus*, *Dyssycus*, *Sycurus* unter den Kalkschwämmen, *Euplectella*, *Holtenia*, *Tetilla* unter den Kieselschwämmen, viele Hydroiden (*Hydra*, *Clava*, *Myriothela* etc.). 2) Die stauraxonie und ungegliederte Person (mit Antimeren, aber ohne Metameren), z. B. die Person von *Cereanthus*, *Actinia*, *Fungia* unter den Corallen, die Einzel-Personen der Tunicaten, Trematoden etc. 3) Die stauraxonie und gegliederte Person (mit Antimeren und mit Metameren), z. B. die Person der gegliederten Corallen (Tabulata), der Arthropoden, Vertebraten etc. Diese letztere allein verdient den Namen Prosopon, den wir als gleichbedeutend mit „Person" (im früheren, engeren Sinne) in der generellen Morphologie gebraucht haben.

Die Ausdrücke: „gegliederte und ungegliederte Person" (je nachdem der Körper aus Metameren zusammengesetzt ist oder nicht) sind aus der beschreibenden Biologie

hinlänglich bekannt. Dagegen verdienen die Ausdrücke Monaxon und Stauraxon, welche ich zuerst in der generellen Morphologie eingeführt habe, eine besondere Rechtfertigung. Monaxonia oder Einaxige nenne ich solche organische Formen, bei denen durch die Lagerung der constituirenden Theile nur eine einzige constante Axe ausgedrückt ist. Diese Axe ist die Hauptaxe oder Längsaxe *(Axon principalis* sive *longitudinalis)*. Ihr einer Pol ist der Mundpol *(Polus oralis* s. *peristomius)*; der zweite Pol ist der Gegenmundpol *(Polus aboralis* s. *antistomius)* (Gen. Morph. I, p. 418). Stauraxonia oder Kreuzaxige nenne ich dagegen diejenigen organischen Formen, bei denen durch die Lagerung der constituirenden Theile ausser jener Hauptaxe noch eine bestimmte Zahl von anderen constanten Axen hervortreten, welche auf der ersteren senkrecht stehen. Diese differenzirten transversalen Axen, welche verschieden sind von den zwischen ihnen in derselben Querebene liegenden indifferenten Queraxen, heissen Kreuzaxen *(Stauri)*. Die Zahl dieser Kreuzaxen ist stets gleich der Zahl der Antimeren. Nur bei den kreuzaxigen Formen oder Stauraxonien können wir überhaupt von Antimeren sprechen, während diese bei den einaxigen oder Monaxonien noch nicht unterscheidbar sind (Gen. Morph. I, p. 430). Die ausserordentlichen Vortheile, welche für das allgemeine morphologische Verständniss durch die Unterscheidung der Monaxonien und Stauraxonien, und weiterhin durch die Eintheilung der letzteren in Homopolen und Heteropolen, Homostauren und Heterostauren gewonnen werden, wird derjenige Morphologe einsehen, welcher den Zusammenhang und die Begründung des von mir in der generellen Promorphologie aufgestellten Formen-Systems verfolgt (vergl. insbesondere den Anhang zum IV. Buche der generellen Morphologie, Vol. I, p. 554, und die Tabellen S. 555—558)[1].

Wenn wir in dieser Weise drei verschiedene Kategorien von Personen unterscheiden, und nur die dritte und höchst entwickelte Stufe als Prosopon anerkennen, so werden wir entsprechend auch unter den Stöcken (als Vielheiten von Personen) drei verschiedene Stufen der Stockbildung zu unterscheiden haben. Diese sind: 1. Cormen erster Stufe: Stöcke mit monaxonien und ungegliederten Personen (Spongien und viele Hydroiden-Stöcke). 2. Cormen zweiter Stufe: Stöcke mit stauraxonien, aber ungegliederten Personen (die Mehrzahl der Corallen, ohne Tafeln und Dissepimente, Stöcke der meisten Bryozoen und Tunicaten). 3. Cormen dritter Stufe: Stöcke mit stauraxonien und gegliederten Personen (Corallen mit Tafeln und Dissepimenten).

---

1) Wenn die Kreuzaxen sämmtlich gleich, und die Antimeren demgemäss congruent sind, so entstehen die homostauren Formen, deren Grundform die reguläre Pyramide ist (z. B. die regulären Corallen-Personen und Echinodermen). Wenn sich dagegen die Kreuzaxen differenziren, so entstehen die heterostauren Formen, deren Grundform die irreguläre Pyramide ist. Die wichtigsten von diesen sind die Zeugiten oder allopolen Formen, bei denen allein man von einem Gegensatz zwischen Rechts und Links sprechen kann (Gen. Morph. I, p. 495).

Gegenüber dem Vortheil, den wir durch diese verbesserte Anordnung der Individualitäts-Stufen erhalten, scheint nun freilich auf der anderen Seite der Nachtheil zu entstehen, dass die scharfe Definition, welche ich in der generellen Morphologie von dem Begriffe der Person gegeben habe, verloren geht. Indessen werden wir nachher sehen, dass der Begriff der Person sich viel sicherer auf den Besitz des animalen Primitiv-Organes, des Darmrohrs oder Magens, begründen lässt. Da ich später ausführlich hierauf zurückkomme, stelle ich zunächst hier nochmals die verschiedenen Ordnungen und Stufen der organischen Individualität, wie sie sich jetzt ergeben, übersichtlich zusammen.

Stufenfolge der organischen Individualitäten.

I. Individuen erster Ordnung: **Plastiden.**
  1. Stufe: Cytoden (kernlose Plastiden).
  2. Stufe: Zellen (kernhaltige Plastiden).

II. Individuen zweiter Ordnung: **Idorgane.**

1. Stufe: Homoplasten oder Homoeorgane.	Einfache Organe	A. Plastiden-Aggregate. B. Plastiden-Fusionen.
2. Stufe: Alloplasten oder Alloeorgane.	Zusammengesetzte Organe	A. Idomeren. B. Antimeren. C. Metameren.

III. Individuen dritter Ordnung: **Personen.**
  1. Stufe: Monaxonie inarticulate Personen.
    Personen ohne Antimeren und Metameren.
  2. Stufe: Stauraxonie inarticulate Personen.
    Personen mit Antimeren, ohne Metameren.
  3. Stufe: Stauraxonie articulate Personen.
    Personen mit Antimeren und Metameren.

IV. Individuen vierter Ordnung: **Stöcke.**
  1. Stufe: Stöcke mit monaxonien inarticulaten Personen.
  2. Stufe: Stöcke mit stauraxonien inarticulaten Personen.
  3. Stufe: Stöcke mit stauraxonien articulaten Personen.

Individualität der Plastiden.

Die Individuen erster Ordnung, die Plastiden oder Plasmastücke, habe ich in meiner generellen Morphologie in vier Gruppen eingetheilt, nach folgendem Schema:

I. Cytodae *(Cellinae)*. Kernlose Plastiden.

1) Gymnocytodae *(Cytodae primordiales* s. *nudae)*. Urcytoden.
Individuelle Plasmastücke ohne Kern (Nucleus) und ohne Hülle, nackt. (Kernlose Klümpchen).

2) Lepocytodae *(Cytodae membranosae)*. Hüllcytoden.
Individuelle Plasmastücke ohne Kern, aber von einer Hülle umschlossen. (Kernlose Bläschen).

II. Cellulae *(Cyta)*. Kernhaltige Plastiden.

3) Gymnocyta *(Cellulae primordiales* s. *nudae)*. Urzellen.
Individuelle Plasmastücke mit Kern, aber ohne Hülle, nackt. (Kernhaltige Klümpchen.)

4) Lepocyta *(Cellulae membranosae)*. Hüllzellen.
Individuelle Plasmastücke mit Kern und von einer Hülle umschlossen. (Kernhaltige Bläschen)[1]).

An dieser Unterscheidung halte ich auch heute noch fest und betrachte die Einwände, welche von verschiedenen Seiten dagegen erhoben worden sind, als nicht begründet. Ich muss dabei bleiben, dass die Unterscheidung der kernlosen Cytoden von den kernhaltigen Zellen von der grössten Bedeutung sowohl für die generelle Morphologie der organischen Elementartheile überhaupt, als namentlich für das Verständniss der niedersten Organisations-Formen, für die Phylogenie der Protozoen, Protisten und Protophyten ist. Jeder denkende Naturforscher, der längere Zeit sich mit diesen einfachsten Organismen und namentlich mit den Rhizopoden (Acyttarien und Radiolarien) beschäftigt hat, wird die Wichtigkeit jener Unterscheidung zugestehen. Ebenso bleibe ich aber auch bei meiner vielfach bestrittenen Ansicht, dass in den Elementar-Theilen der höheren Organismen die Unterscheidung der Cytoden und Zellen nothwendig ist, weil auch hier überall der Kern die grösste Rolle spielt, und der einzige wesentliche Formbestandtheil ist, der die Zelle als solche characterisirt (Gen. Morph. Bd. I, p. 278). Gerade den jüngst wiederholten Versuchen gegenüber, die Bedeutung des Zellenkerns herabzudrücken oder selbst ganz zu leugnen, halte ich an meiner früher schon ausführlich begründeten Anschauung fest, dass er die allergrösste morphologische und physiologische Bedeutung besitzt. Der Kern ist, wie sein Name ganz treffend sagt, der eigentliche Kern, das eigentliche Wesen des Zellenbegriffs, ohne welches derselbe, der kernlosen Cytode gegenüber, gar nicht zu definiren ist. In meinen Augen gilt nur derjenige Elementartheil als wirkliche Zelle, der aus zwei wesentlichen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, aus dem Kern und dem Protoplasma.

Zellkern *(Nucleus)* und Zellstoff *(Protoplasma)* sind als die beiden ursprünglichsten Producte zu betrachten, welche aus dem ersten und ältesten Diffe-

1) Haeckel, Generelle Morphologie, Bd. I, p. 269—289.

renzirungs-Process der lebendigen Materie hervorgegangen sind. Auch das Protoplasma als solches existirt nur im Gegensatz zum Kern, und daher stimme ich ganz EDOUARD VAN BENEDEN bei, welcher in seiner trefflichen Arbeit „über die Entwickelung der Gregarinen“ die structurlose Körpersubstanz der Moneren, den ursprünglichen Bildungsstoff der Cytoden, nicht Protoplasma, sondern Plasson nennt [1]). Es ist nur consequente Logik, wenn man in dieser Weise das Plasma scharf vom Plasson unterscheidet. Der Theil kann nicht gleich dem Ganzen sein, und wenn die kernhaltige Zelle aus Protoplasma und Nucleus besteht, so kann nicht die kernlose Cytode bloss aus Protoplasma bestehen. Vielmehr ist Plasson = Protoplasma plus Nucleus und also auch Protoplasma = Plasson minus Nucleus oder umgekehrt Nucleus = Plasson minus Protoplasma. Die beiden wesentlichen und einander entgegengesetzten Bestandtheile, welche in jeder echten, nackten Zelle als Protoplasma und Nucleus getrennt existiren, sind in der nackten Cytode noch innig verbunden. Die erste wahre Zelle ist erst dadurch entstanden, dass das Plasson sich in Protoplasma und Nucleus differenzirt hat. Diese Scheidung ist der älteste bedeutungsvolle Differenzirungs-Process in der Phylogenie der Plastiden. Demnach ist die homogene, structurlose Leibesmasse der Moneren, und ebenso der Weichkörper der Acyttarien (Monothalamien und Polythalamien), kurz jede einfache Cytode, nicht Protoplasma, sondern Plasson. Umgekehrt kann in keiner echten, d. h. kernhaltigen Zelle, wirkliches Plasson vorkommen, sondern nur Protoplasma, im Gegensatz zum Nucleus.

Der Kern oder Nucleus giebt uns demnach auch den einzigen festen und unveräusserlichen Anhaltspunkt, um den Individualitäts-Begriff der Zelle festzustellen. Jede wahre Zelle muss einen Kern und kann nur einen Kern enthalten. Der vielgebrauchte Ausdruck: „eine vielkernige Zelle“ ist eine Contradictio in adjecto. LEYDIG [2]) hat in diesem Sinne die Zellen schon 1857 als „die kleinsten organischen Körper definirt, welche eine wirksame Mitte besitzen, die alle Theile auf sich selber und ihr Bedürfniss bezieht. Zum morphologischen Begriff

1) EDOUARD VAN BENEDEN, Recherches sur l'Evolution des Grégarines. Bulletins de l'Academ. royal. de Belg. II. Sér. Tom. XXXI, 1871. „La substance des Monères et des cytodes représente donc, au point de vue chimique et physiologique, non pas le protoplasme des cellules, mais ce protoplasme avec le noyau et le nucléole. La substance qui constitue le corps des Monères étant différente, malgré l'identité des charactères physiques, du protoplasme des Rhizopodes et des cellules, il y a lieu de les distinguer l'une de l'autre. Pour les distinguer efficacement, il convient, me semble-t-il, de désigner les deux substances sous des noms différents. HAECKEL a fait observer avec raison, que *protoplasme* signifie non pas substance formatrice, mais bien plutôt „première substance formée“ (τὸ πλάσμα). Le mot *plasson* (τὸ πλάσσον) conviendrait mieux pour désigner la substance formatrice, et je propose de l'appliquer à la substance constitutive du corps des Monères et des Cytodes: c'est elle qui est la substance formatrice par l'excellence.“

2) LEYDIG, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere, 1857.

einer Zelle gehört eine mehr oder minder weiche Substanz *(Protoplasma)*, ursprünglich der Kugelgestalt sich nähernd, die einen centralen Körper einschliesst, welcher Kern *(Nucleus)* heisst." Ebenso hat dann später Max Schultze in seiner „Protoplasma-Theorie", der wichtigsten Reform der Zellentheorie seit Schwann, die Zelle als „ein Klümpchen Protoplasma definirt, in dessen Innerem ein Kern liegt. Der Kern sowohl als das Protoplasma sind Theilproducte der gleichen Bestandtheile einer anderen Zelle. Die Zelle führt ein in sich abgeschlossenes Leben."

Die „Zellen-Theorie", wie sie Schleiden (1838) und Schwann (1839) aufgestellt haben, ist und bleibt die erste und unentbehrlichste Grundlage für unser wahres Verständniss des Organismus überhaupt. Der Schwerpunkt dieser fundamentalen Theorie liegt aber darin, dass die Zelle als ein selbstständiger „Elementar-Organismus" (Brücke) oder als ein „Individuum erster Ordnung" aufgefasst wird. Die Reform dieser Theorie, welche Leydig (1857) und Max Schultze (1860) durch die „Protoplasma-Theorie" herbeiführten, war nothwendig, um den Begriff der Zelle näher zu bestimmen, und ihn auf die Combination der beiden wesentlichen Bestandtheile, Nucleus und Protoplasma, zu beschränken. Ebenso nothwendig und unentbehrlich erscheint mir aber auch die weitere Ergänzung der „Zellentheorie" und der „Protoplasma-Theorie" durch meine „Plastiden-Theorie", wie ich sie 1866 durch die scharfe Trennung der Zellen und Cytoden geliefert habe. Hierzu bildet abermals eine weitere nothwendige Ergänzung die Definition des Plasson durch Van Beneden und die damit vollzogene Trennung des Plasson vom Protoplasma.

Was die vielkernigen Zellen betrifft, die noch gegenwärtig selbst von sehr angesehenen Histologen von den einkernigen Zellen unterschieden werden, so kann ich sie unmöglich als Zellen, d. h. als Individuen erster Ordnung, anerkennen[1]). Jede Zelle als solche ist einkernig. Eine Zelle, die zwei oder mehrere Kerne einschliesst, ist eo ipso ein Individuum zweiter Ordnung, ein einfachstes Idorgan oder eine „Zellfusion". Gerade die Spongien, und namentlich die Kalkschwämme, liefern für die Richtigkeit dieser Auffassung die deutlichsten Belege. Nach der Bezeichnungsweise aller jener Autoren, welche von „vielkernigen Zellen" sprechen, würde man das ganze Exoderm der Calcispongien als „eine vielkernige Zelle" ansehen müssen. Denn das ganze Exoderm ist ein zusammenhängendes

---

1) In neuester Zeit hat namentlich Kölliker „die Verbreitung und Bedeutung der vielkernigen Zellen der Knochen und Zähne" ausführlich erörtert (Verhandl. der Würzburger physikal.-medic. Gesellsch. Neue Folge. II. Band. 1872). Er nennt diese in den Knochen und Zähnen vorkommenden „vielkernigen Zellen", welche bei deren Resorption eine bedeutende Rolle spielen, „Knochenbrecher, Ostoklasten oder Osteophagen". Es sind die „Riesenzellen" von Virchow, die „Myeloplaxes" von Robin. Nach meiner Auffassung des Zellenbegriffes fallen diese „vielkernigen Zellen" in die Kategorie der Idorgane und sind ebenso als Syncytien aufzufassen, wie das Exoderm der Kalkschwämme.

Protoplasma-Lager, in welchem nur die darin zerstreuten Kerne nach meiner Auffassung die Zahl der constituirenden Zellen anzeigen. Es widerspricht aber allen gesunden morphologischen Grundanschauungen, und aller natürlichen Logik, wenn man dieses Syncytium wirklich als „eine vielkernige Zelle" betrachten wollte. Man müsste dann z. B. bei den sämmtlichen Cystograntien und Cophograntien annehmen, dass diese eine Zelle das ganze complexe vielzellige Organ in sich einschliesst, welches durch das gesammte Entoderm mit seinen Geisselzellen, Spermazellen und Eiern repräsentirt wird. Der Magen dieser mundlosen Kalkschwämme würde dann eine Höhle im Inneren der vielzelligen Entoderm-Blase sein, welche ihrerseits die Höhle „einer einzigen vielkernigen Zelle" auskleidete.

Von den vier Gruppen der Plastiden-Individualität, welche wir oben (p. 104) unterschieden haben, kömmt bei den Kalkschwämmen ausschliesslich die dritte Abtheilung vor, die nackte oder primordiale Zelle. Alle Plastiden der Calcispongien sind nackte Zellen *(Gymnocyta)*. Dasselbe gilt wahrscheinlich auch von den meisten, wenn nicht allen, anderen Schwämmen. Cytoden oder kernlose Plastiden kommen bei den Kalkschwämmen nicht vor; und ebenso wenig membranöse Zellen. Als eine seltene Ausnahme könnte man höchstens die Eier von zwei Sycon-Arten (*Sycaltis testipara* und *S. ovipara*, Taf. 47, Fig. 5, 9) gelten lassen, welche sich durch den Besitz einer Kalkschale (einer kalkigen Zellen-Membran) auszeichnen.

Die morphologische Individualität der Zellen ist bei den Kalkschwämmen, wie bei den übrigen Spongien, allgemein so deutlich ausgesprochen und wird zum Theil durch den damit verbundenen hohen Grad von physiologischer Selbstständigkeit so bedeutend gehoben, dass sie selbst für die ganze systematische Auffassung des Schwamm-Organismus von Bedeutung geworden ist. Sie hat zu der früher bereits erwähnten Anschauung Veranlassung gegeben, dass der ganze Schwamm-Organismus eigentlich weiter nichts sei, als ein ziemlich lockeres und wenig centralisirtes Aggregat von einzelligen Organismen. Diese sollten die „eigentlichen Individuen" oder Einzelthiere, und der ganze daraus zusammengesetzte Schwamm ein „Stock" oder eine Colonie von solchen Einzelthieren sein. CARTER, PERTY u. A., welche vor allen die amoeboiden Zellen der Spongillen und anderer Kieselschwämme in's Auge fassten, erklärten in Folge dessen die Schwämme für Amoeben-Colonien oder Rhizopoden-Stöcke. Diese Ansicht fand vielen Beifall und wird noch heute von manchen namhaften Naturforschern gestützt. JAMES-CLARK dagegen, welcher von den Kalkschwämmen, und zwar von den Asconen ausging, bei denen vor allen die Geisselzellen des Entoderms in die Augen fallen, erklärte diese letzteren für die „eigentlichen Individuen" der Schwämme, und stellte diese mithin in die Klasse der Geisselschwärmer oder Flagellaten (vergl. oben p. 93).

Gewiss ist in diesen beiden Theorien, in derjenigen von CLARK sowohl wie von CARTER, ein gutes Korn Wahrheit enthalten, insofern nämlich auch bei den Schwämmen,

wie bei allen vielzelligen Thieren, die genaue biologische Analyse immer dazu führt, die Zellen als Individuen erster Ordnung oder als „Elementar-Organismen" aufzufassen. Das ist ja eben der Kern der Zellentheorie und darin liegt ihre hohe Bedeutung für das ganze mechanische Verständniss der Organismen, dass alle die verwickelten Formen und Leistungen der vielzelligen Organismen weiter nichts sind, als das nothwendige Gesammt-Resultat aus den vereinigten Formen und Leistungen der Zellen, aus denen sie zusammengesetzt sind. Wenn man aber bei den Schwämmen diesen richtigen und höchst bedeutenden Grundgedanken dazu ausbeuten will, um den höheren, aus den Elementar-Organismen zusammengesetzten Form-Einheiten ihren individuellen Werth abzusprechen, wenn man also in Folge dessen mit CARTER die Schwämme zu den Rhizopoden, oder mit CLARK zu den Flagellaten stellen will, so erscheint dieser Schritt als eine einseitige Uebertreibung eines an sich richtigen Grundgedankens. Es wird gewiss Niemandem einfallen, den entwickelten Menschen oder ein anderes Wirbelthier desshalb zu den Rhizopoden stellen zu wollen, weil seine farblosen Blutzellen und viele andere Zellen wirklich amoeboide Zellen sind, oder zu den bewimperten Infusorien, weil die Epithelzellen seiner Lunge und viele andere Epithelzellen wirkliche Wimperzellen sind. Und doch würde eine solche Behauptung im Wesentlichen dieselbe Anschauung enthalten, welche CARTER und JAMES-CLARK für die Spongien vertheidigen. Amoeboide Zellen und flimmernde Zellen kommen bei den verschiedensten Organismen vor. Aber desshalb stehen diese doch in keiner näheren Beziehung weder zu den Rhizopoden noch zu den Flagellaten. Diese beiden Protisten-Gruppen sind eben nur dadurch ausgezeichnet, dass sie auf einer niederen Individualitäts-Stufe stehen geblieben sind, welche die höheren vielzelligen Organismen längst überschritten haben. Jede nähere systematische Beziehung (sowohl zu den Amoeboiden, wie zu den Flagellaten) ist dann ausgeschlossen, wenn, wie es bei den Schwämmen der Fall ist, die amoeboiden und die flimmernden Zellen bereits zur Bildung eines distincten vielzelligen Organsystems zusammengetreten sind. Sowohl die amoeboiden als die flagellaten Zellen der Schwämme bleiben immer mehr oder minder selbstständige Individuen erster Ordnung, sind aber stets zugleich der höheren Einheit des Organsystems und der Person untergeordnet.

Die Individualität der Zellen ist ursprünglich im ganzen Körper der Kalkschwämme oder mindestens ihrer directen Vorfahren, gleichmässig entwickelt gewesen. Dies geht aus der Anatomie ihrer Larven unzweifelhaft hervor. Diese frei schwimmenden Jugendformen der Kalkschwämme sind ellipsoide oder eiförmige Körper mit einer centralen Höhlung, deren Wand aus zwei Zellenlagen besteht. Diese beiden Schichten sind aus anatomisch trennbaren Zellen zusammengesetzt. Aber nur die Zellen des inneren Blattes behalten dauernd ihre Selbstständigkeit. Die Zellen des äusseren Blattes dagegen verschmelzen später mit einander zur Bildung des skeletogenen Syncytiums.

Individualität der Idorgane.

Die organische Individualitätsstufe zweiter Ordnung wird bei den Spongien, wie bei allen anderen Organismen, welche nicht auf der ersten Stufe der einfachen Plastide stehen bleiben, durch das Organ gebildet. Ich fasse diesen Individualitäts-Begriff, wie ich in meiner „Generellen Tectologie“ ausführlich dargelegt habe, in rein morphologischem Sinne und verstehe darunter „eine constante einheitliche Raumgrösse von bestimmter Form, welche aus einer Summe von mehreren bestimmten Plastiden (entweder von Cytoden oder von Zellen, oder von Beiden) in constanter Verbindung zusammengesetzt ist, und welche nicht die positiven Charactere der Form-Individuen höherer Ordnung (Personen, Cormen) erkennen lässt.“ (Gen. Morphol. Bd. I, p. 291.) Um das Organ in diesem rein morphologischen Sinne, als das Form-Individuum zweiter Ordnung, von dem Organ in physiologischem Sinne bestimmt zu unterscheiden, nenne ich ersteres Idorgan, letzteres Biorgan[1]).

Der gewöhnliche Sprachgebrauch der Anatomie (sowohl in der Zoologie als in der Botanik) erkennt diesen wesentlichen Unterschied nicht an und erzeugt eben dadurch in der Auffassung der zweiten Individualitäts-Ordnung unendliche Verwirrung. Man bezeichnet z. B. in physiologischem Sinne als Organe die Pseudopodien der Amoeben, die Geisseln der Flagellaten, und ebenso die Geisseln der Geissel-Epithelzellen, die Wimpern der Wimper-Epithelzellen in den Flimmer-Epithelien der höheren Thiere; man kann ebenso gut allgemein den Kern als Organ der Zelle bezeichnen, und überhaupt jeden geformten selbstständigen Bestandtheil einer einzelnen Plastide, sobald man ihn mit Beziehung auf seine individuelle Function betrachtet. Aber in morphologischem Sinne kann selbstverständlich keiner dieser Theile als Organ gelten, weil das Ganze, von dem sie einen Theil bilden, nur den Formwerth einer Plastide hat. Ein Idorgan, ein morphologisches Individuum zweiter Ordnung, kann selbstverständlich niemals Bestandtheil einer Plastide, eines Morphonten erster Ordnung, sein. Wir werden daher alle jene Theile einer Plastide nicht als Idorgane, sondern nur als Biorgane gelten lassen können.

Umgekehrt nennen wir Organe in rein morphologischem Sinne auch solche polyplastide Theile, welche der gewöhnliche anatomische Sprachgebrauch nicht als solche gelten lässt. So z. B. erkenne ich jedes der beiden Keimblätter der Wirbelthier-Embryonen als ein Organ an, ebenso wie die beiden, den ersteren gleichwertigen Bildungshäute der Spongien und der Zoophyten überhaupt. In dem gewöhnlichen physiologischen Sinne sind diese Zellencomplexe wirklich keine Organe, wohl aber bestimmt in morphologischem Sinne. Sie sind daher wohl Idorgane, aber keine Biorgane.

---

1) εἶδος, Gestalt; βίος, Leben; ὄργανον, Werkzeug.

Die Classification der Idorgane, die uns hier allein beschäftigen, ist sowohl bei den Spongien, wie überhaupt bei allen Organismen, ausserordentlich schwierig. Ich habe diese Schwierigkeiten in meiner generellen Tectologie (l. c. p. 289—303) genügend erörtert und kann hier einfach auf jene Erörterung verweisen. Bei der dort versuchten Classification der morphologischen Organe habe ich mich möglichst an den bestehenden Sprachgebrauch angelehnt und demgemäss folgende fünf Stufen oder Ordnungen von Idorganen unterschieden: 1) Zellfusionen (Zellenstöcke, Cytocormen, mehrkernige Zellen; höhere Elementartheile: Muskelprimitivfasern, Nervenprimitivfasern, Pflanzen-Gefässe etc.). 2) Einfache oder homoplastische Organe (gleichartige Plastiden-Gemeinden oder homogene Plastiden-Complexe, Homoplasten, „Gewebe" im engsten Sinne). 3) Zusammengesetzte oder heteroplastische Organe (ungleichartige Plastiden-Gemeinden oder heterogene Plastiden-Complexe; Heteroplasten; „Organe" im engsten Sinne: Axial-Organe [Rumpftheile der Thiere, Stengeltheile der Pflanzen] und Lateral-Organe [Extremitäten der Thiere, Blätter der Pflanzen]). 4) Organ-Systeme (Deckensystem, Muskelsystem, Darmsystem etc. bei den Thieren; Deckensystem, Parenchymsystem, Gefässsystem etc. bei den Pflanzen). 5) Organ-Apparate (Ernährungs-Apparat, Fortpflanzungs-Apparat, Bewegungs-Apparat etc.).

Dieser Classifications-Versuch der Idorgane ist, wie ich damals selbst hervorgehoben habe, weder theoretisch noch practisch befriedigend, und ich gab ihn bloss, weil ich in dem Chaos der Individualitäts-Lehre gerade für den äusserst schwierigen Begriff des Organs keine bessere Gruppirung seines reichen Inhalts aufzufinden vermochte. Ich bin auch jetzt noch ausser Stande, eine klar begründete Eintheilung zu geben, und will die frühere nur insoweit hier verbessern, als es für unseren Gegenstand von Interesse ist.

Zunächst wird der wesentlichste und fundamentalste morphologische Unterschied aller Organe tectologisch darin zu suchen sein, dass sie entweder aus lauter gleichartigen Plastiden oder aus zwei oder mehreren Arten von Plastiden zusammengesetzt sind. Danach würden die Idorgane zunächst in die beiden Gruppen zerfallen, welche in der generellen Morphologie als Organe zweiter und dritter Ordnung, als homoplastische und heteroplastische Organe aufgeführt sind. Die homoplastischen oder einfachen Organe, welche wir mit einem Worte Homoplasten oder Homoeorgane nennen, bestehen nur aus Plastiden von einerlei Art (z. B. eine vielkernige Muskelfaser, ein einfacher hyaliner Knorpel); die heteroplastischen oder zusammengesetzten Organe dagegen, welche wir kurz Heteroplasten, besser Alloplasten oder Alloeorgane nennen, bestehen aus zwei oder mehreren verschiedenen Arten von Plastiden, wie dies bei den allermeisten kleineren und grösseren Organen der Thiere der Fall ist[1]).

---

1) Die in der generellen Morphologie gebrauchte Bezeichnung „Heteroplasten" könnte ver-

Unter den Homoplasten oder Homoeorganen, den „einfachen Organen“, können wir ferner zwei Gruppen bilden, je nachdem die constituirenden Plastiden getrennt bleiben oder untrennbar mit einander verschmelzen. Wenn sämmtliche Plastiden des Homoplasten getrennt bleiben und bloss in contiguo neben und über einander liegen, so ist dasselbe ein Plastiden-Aggregat (z. B. die Epithelien); wenn dagegen alle Plastiden des Homoplasten untrennbar mit einander verschmolzen und in continuo verbunden sind, so bildet dasselbe eine Plastiden-Fusion oder Zellfusion (ein „Organ erster Ordnung“ nach dem Schema der generellen Morphologie); z. B. das Plasmodium der Myxomyceten, das Syncytium der Calcispongien.

Unter den Alloplasten oder Alloeorganen, den „zusammengesetzten Organen“, lassen sich bei der grossen Mannichfaltigkeit ihrer Zusammensetzung in den verschiedenen Organismen-Gruppen eine Masse verschiedener Kategorien unterscheiden, je nach den Gesichtspunkten, welche man als massgebend ansieht. Am einfachsten wäre es vielleicht noch, wie ich in der generellen Morphologie (S. 300) vorgeschlagen habe, Axial-Organe und Lateral-Organe zu unterscheiden. Zu den Axial-Organen würden die Rumpftheile der Thiere und die Stengeltheile der Pflanzen gehören; zu den Lateral-Organen oder Appendicular-Organen die Extremitäten der Thiere, die Blätter der Pflanzen.

Wenn man die Antimeren und Metameren nicht als selbstständige Individualitäts-Ordnungen gelten lässt (wie es in der generellen Morphologie geschehen war), sondern sie als untergeordnete Formeinheiten betrachtet (wie wir es hier thun), so bleibt natürlich nichts weiter übrig, als sie ebenfalls der weiten Kategorie der Idorgane einzureihen. Es würden dann die Metameren in engerer Beziehung zu den Axial-Organen, die Antimeren dagegen zu den Lateral-Organen stehen. Ausserdem würde man aber als eine dritte Gruppe von Idorganen noch diejenigen untergeordneten Plastiden-Complexe zu betrachten haben, welche weder den höheren Formwerth der Metameren, noch denjenigen der Antimeren besitzen. Diese letzteren würden dann vielleicht am besten durch die einfache Bezeichnung Idomeren unterschieden werden, und wir würden als drei verschiedene Kategorien der Alloplasten die Idomeren, Antimeren und Metameren unterscheiden müssen. Im Ganzen würden wir demnach wiederum fünf Stufen von Idorganen erhalten, nämlich:

I. Homoplasten oder Homoeorgane.

1. Plastiden-Aggregate. 2. Plastiden-Fusionen.

II. Alloplasten oder Alloeorgane.

1. Idomeren. 2. Antimeren. 3. Metameren.

Wenn wir nun von den so gewonnenen Gesichtspunkten aus die Individualität

wechselt werden mit dem Begriffe der pathologischen Neubildungen, welche in der pathologischen Anatomie häufig als heteroplastische Producte bezeichnet werden, und ist daher besser durch den synonymen Ausdruck Alloplasten zu ersetzen.

der Idorgane bei den Calcispongien beurtheilen, so ergeben sich mit Berücksichtigung der Ontogenese folgende Resultate, die zugleich für die meisten (wenn nicht alle) übrigen Spongien gelten.

1) Der Organismus der Kalkschwämme bildet zunächst, nachdem er den monoplastiden Zustand der Eizelle durch die Befruchtung der letzteren überwunden und sich durch die vollbrachte „Furchung" des Eies von der ersten zur zweiten Individualitäts-Ordnung erhoben hat, die sogenannte „Maulbeer-Form" oder „Brombeer-Form", welche wir ein für allemal als Morula bezeichnen wollen. Dieser kugelige, aus lauter gleichartigen amoeboiden Zellen zusammengesetzte Körper ist tectologisch als ein Homoplast, und zwar als ein Plastiden-Aggregat zu betrachten.

2) Indem die amoeboiden Zellen an der Oberfläche der Morula sich in Geisselzellen verwandeln und damit von den nicht flimmernden, im Inneren gelegenen Zellen differenziren, entsteht der erste Gegensatz zwischen den beiden Zellenschichten: Exoderma und Entoderma, welche den beiden ursprünglichen Keimblättern der höheren Thiere entsprechen. Diese beiden primitiven Bildungshäute sind vom tectologischen Standpunkte aus ebenfalls als einfache Idorgane oder Homoplasten zu betrachten.

3) Nachdem die so entstandene Flimmerlarve eine Zeit lang umhergeschwärmt ist, dann aber sich festgesetzt hat, geht sie in die Protascus-Form über. Die Zellen des Entoderm, welche die nunmehr gebildete Magenhöhle begrenzen, beginnen zu flimmern, während die Zellen des Exoderm umgekehrt ihre flimmernden Geisselhaare verlieren und dagegen mit einander untrennbar zur Bildung des Syncytium verschmelzen. Diese letzteren bilden also nunmehr eine Zell-Fusion (Plastiden-Fusion), während die ersteren ein Zell-Aggregat (Plastiden-Aggregat) bleiben.

4) Indem späterhin bei eintretender Geschlechtsreife das Entoderm die Sexual-Zellen bildet, indem einzelne seiner Geisselzellen sich in Spermazellen, andere in Eier verwandeln, die meisten aber einfache Geisselzellen bleiben, erhält das Entoderm, tectologisch betrachtet, den Formwerth eines zusammengesetzten Organes oder eines Alloplasten, und zwar der niedersten Stufe, des Idomeres. Das Exoderm dagegen bleibt zeitlebens ein Homoplast, und zwar als Syncytium eine Zell-Fusion (Plastiden-Fusion).

5) Differenzirung von Idorganen höherer Ordnung, von Axial-Organen und Lateral-Organen, von Metameren und Antimeren, kommt bei den Kalkschwämmen niemals vor.

6) Als Organ-Systeme können bei den Kalkschwämmen nur zwei physiologische Systeme in Betracht kommen, die zugleich morphologische Einheiten repräsentiren, nämlich das Canal-System oder Gastrovascular-System, und das Skelet-System. Das Syncytium, welches in physiologischer Beziehung sowohl das Integument und die skeletbildende Schicht, als auch zugleich das Nerven- und Muskel-System vertritt, ist morphologisch als Organ-System nicht differenzirt.

Individualität der Personen.

Ausgehend von dem Vergleiche der Schwamm-Stöcke mit den nächstverwandten Hydroiden-Stöcken und mit den Corallen-Stöcken haben wir vorher bei den ersteren, wie bei den letzteren, die dem Stocke zunächst untergeordneten Form-Einheiten oder die Individuen dritter Hauptstufe als Personen bezeichnet. Dies sind die „eigentlichen Individuen" oder die „Einzelthiere" nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch. Wir bezogen uns dabei zunächst auf die zuerst von O. Schmidt (1864) ausgesprochene Auffassung der Spongien-Individualität, wonach die Zahl der Oscula, der grösseren Oeffnungen des Canalsystems, die Zahl der „Einzelthiere" anzeigt. Das für den Begriff des Spongien-Individuums Bestimmende wäre demnach die einheitliche Organisation und Abgrenzung des Canalsystems, welche sich in dem Besitze einer grösseren Ausströmungsöffnung, eines „Osculum" ausspricht.

Bei sehr vielen Schwämmen ist diese von O. Schmidt gegebene Definition wirklich ausreichend, und sie erscheint um so einfacher und sicherer, wenn man dabei die von uns behauptete Homologie der Personen bei den Corallen, Hydroiden und Spongien zugiebt. Die Oeffnung des Osculum ist dann die Mundöffnung, und die zunächst dazu gehörige grössere Höhlung des Canalsystems ist die Magenhöhle des Einzelthiers oder der „Person". Nun stossen wir aber doch, sowohl bei den Kalkschwämmen als bei den Kieselschwämmen, auf zahlreiche Fälle, in denen jene Begriffsbestimmung der Person nicht anwendbar erscheint. Zunächst sind hier die schon vorher angeführten Schwammformen zu berücksichtigen, bei denen überhaupt eine Mundöffnung fehlt. Dieser Mangel des Osculum findet sich sowohl bei einzelnen Personen, als bei ganzen Personengruppen oder Stöcken. Mundlose Personen sind: unter den Asconen *Clistolynthus*, unter den Leuconen *Lipostomella*, unter den Syconen *Sycocystis*. Mundlose Cormen sind: bei den Asconen *Auloplegma*, bei den Leuconen *Aphroceras*, bei den Syconen *Sycophyllum*. Wahrscheinlich sind die meisten von diesen mundlosen Kalkschwämmen solche, bei denen die ursprünglich vorhandene Oeffnung secundär zugewachsen ist (Lipostomie); seltener scheint der ursprüngliche Mangel des Osculum zu sein (Astomie). Ebenso fehlt das Osculum bei vielen Kiesel- und Horn-Schwämmen. Natürlich ist bei diesen mundlosen Schwämmen die Stufe ihrer Individualität überhaupt nach jenem Kriterium nicht zu bestimmen.

Dasselbe gilt von jenen merkwürdigen, unter den Kalkschwämmen sehr zahlreichen Formen, welche die Familien der Nardopsiden (unter den Asconen) und der Coenostomiden (unter den Leuconen) zusammensetzen. Hier sind mehrere Personen, die ursprünglich getrennt waren, und von denen jede ihre eigene Mundöffnung besass, nachträglich in der Weise zusammengewachsen, dass nur noch eine gemeinsame Oeffnung, ein einziges Osculum für die ganze Gesellschaft übrig geblieben ist. Diese

„coenostomen" Spongien würde man jenem Kriterium SCHMIDT's zufolge als einfache Personen betrachten müssen, während sie in Wahrheit doch Stöcke oder Cormen sind.

Aus diesen Schwierigkeiten finden wir, wie ich glaube, dadurch den besten Ausweg, dass wir als den, für die Individualität der Person bestimmenden Körpertheil nicht das Osculum oder die Mundöffnung, sondern die Magenhöhle (die „Kloake" der englischen Autoren) erklären. Diese ist zugleich dasjenige morphologisch und physiologisch wichtigste Organ, um welches sich alle übrigen Körpertheile, wie um ein Centralorgan, gruppiren. Noch grössere Bedeutung erlangt dieses Centralorgan durch die Ontogenese, indem es das erste, im Embryo auftretende Organ bildet. Ja, die einfachsten aller Kalkschwämme, die Olynthen, behalten zeitlebens die ursprüngliche Bildung eines einfachen Magensackes bei. Bei allen höheren Thierstämmen tritt die Gastrula, welche wir nachher in der Ontogenie näher besprechen werden, als frühe Entwickelungsform auf, und diese Gastrula enthält bereits die primitive Magenhöhle. Diese Haupthöhle oder Magenhöhle bestimmt auch in allen Fällen die Hauptaxe oder Längsaxe der Person, und somit die Grundform derselben. Demnach werden wir jeden Schwamm oder jedes Schwammstück als eine Person betrachten, welches eine Haupthöhle oder Magenhöhle besitzt, und damit zugleich auch eine die ganze Körperform bestimmende Hauptaxe oder Längsaxe erkennen lässt. Der eine Pol dieser Längsaxe ist der Basalpol oder Aboral-Pol (Gegenmundpol). Mit diesem Ende sitzt die Person fest (wenn sie eine solitäre Person ist, auf fremden Körpern; wenn sie ein Theil eines Stockes ist, am Stocke selbst). Der andere Pol der Hauptaxe ist der Apicalpol oder Oral-Pol (Mundpol). Hier befindet sich bei denjenigen Personen, deren Osculum nicht ursprünglich fehlt oder nachträglich zugewachsen ist, die Mundöffnung.

Als Stock oder Cormus werden wir anderseits jeden Schwamm oder jedes Schwammstück bezeichnen müssen, welches zwei oder mehrere Haupthöhlen oder Magenhöhlen enthält — gleichviel, ob jede von diesen ihre besondere Mundöffnung besitzt, oder ob alle zusammen nur ein gemeinsames, oder überhaupt gar kein Osculum haben. Da jeder Magenhöhle eine constante, die Körperform bestimmende Längsaxe entspricht, so werden wir auch an jedem Stocke zwei oder mehr verschiedene Hauptaxen, die Längsaxen der einzelnen Personen, zu unterscheiden haben. Auf diese Weise ist es bei den meisten Schwämmen leicht möglich, mit Sicherheit die Individuen dritter und vierter Hauptstufe, die Personen und die Stöcke, zu unterscheiden.

Eine Ausnahme würden nur diejenigen Schwämme bilden, bei denen die ursprünglich (bei der Flimmerlarve) stets vorhandene Magenhöhle nachträglich durch Ausfüllung mit Parenchym obliterirt ist. Solche lipogastrische Spongien-Formen finden sich unter den Kalkschwämmen nur selten, und nur in der Familie der Leuconen (z. B. bei *Leucetta primigenia*, *Leucaltis solida*, *Leucandra Gossei* etc.).

Viel häufiger sind solche unter den Kieselschwämmen. Indessen wird man sich über die Individualität dieser lipogastrischen Schwämme immer leicht durch die Vergleichung mit den nächstverwandten Formen, die ihre Magenhöhle behalten haben, oder nach den bestimmenden Hauptaxen orientiren können.

Weiterhin ist nun zunächst die Frage zu beantworten, zu welcher von den drei vorher genannten Stufen der dritten Individualitäts-Ordnung die Personen der Schwämme gehören? Giebt es bei den Spongien überhaupt Antimeren und Metameren, Kreuzaxen und Glieder, oder bleiben alle Schwammpersonen auf der einfachsten Stufe, derjenigen einer monaxonien inarticulaten Person stehen?

Fassen wir hierbei zunächst nur die Kalkschwämme in's Auge, so wird es gut sein, die drei Hauptgruppen derselben, Asconen, Leuconen und Syconen, für sich getrennt zu betrachten.

Bei den Asconen (Taf. 1—20), bei welchen der ganze Körper der Person ein dünnwandiger Schlauch, nur von veränderlichen Hautporen durchsetzt, ist, kann kein Zweifel darüber sein, dass in allen Fällen die Person einaxig und ungegliedert ist. Von Kreuzaxen, und also auch von Antimeren, ist nirgends eine Spur wahrzunehmen, und ebenso wenig von einer Gliederung der Längsaxe, welche auf Metameren-Bildung zu beziehen wäre.

Dasselbe gilt auch von den Leuconen (Taf. 21—40). Zwar erreicht hier der schlauchförmige Körper der Person durch beträchtliche Verdickung der Schlauchwand und Entwickelung eines Astwerks von verzweigten Canälen in derselben entschieden einen höheren Grad der Zusammensetzung. Allein diese Canäle verlaufen in allen Fällen so unregelmässig, dass weder eine transversale Gliederung, noch eine Andeutung von Kreuzaxen dadurch gegeben wird. Auch an anderen Kennzeichen in der Lagerung und Zusammensetzung der Körpertheile, welche auf Antimeren oder Metameren zu deuten wären, fehlt es völlig. Demnach sind alle Personen bei den Leuconen, ebenso wie bei den Asconen, unzweifelhaft als Personen der ersten Individualitäts-Stufe, als monaxonie inarticulate Personen aufzufassen.

Anders scheinen sich die Kalkschwämme der dritten und höchst entwickelten Gruppe, die Syconen zu verhalten (Taf. 41—60). Hier ist der schlauchförmige Körper der einzelnen Schwamm-Person in völlig regelmässiger Weise aus einer grossen Anzahl von gleich weiten, konischen oder cylindrischen Schläuchen dergestalt zusammengesetzt, dass die centrale Haupthöhle oder Magenhöhle allenthalben von einem Kranze von regulären Radial-Canälen umgeben zu sein scheint. Man könnte daher diese radialen Kalkschwämme ebenso gut „Strahlthiere" nennen, wie die Corallen[1]).

1) Die Bezeichnung „Strahlthiere oder Radiata" hat überhaupt keine strenge wissenschaftliche Bedeutung, weil „strahlige Formen" durch die verschiedensten Ursachen entstanden sein und daher die verschiedenste morphologische Bedeutung haben können. Vergl. meine „Promorphologie" (im IV Buche der Generellen Morphologie).

Machen wir einen ganz dünnen Querschnitt durch irgend einen Sycon (z. B. Taf. 41, Fig. 2; Taf. 43, Fig. 3, 10; Taf. 60, Fig. 6—9), so finden wir den centralen Hohlraum (den kreisrunden oder elliptischen Querschnitt der Magenhöhle) ganz ebenso regelmässig von einem Kranze radialer, gleich grosser und dicht neben einander gestellter, gerader Canäle („Radial-Tuben") umgeben, wie wir auf dem Querschnitt einer Corallen-Person den Magenraum von dem Kranze der radialen perigastrischen Fächer umgeben finden. Die radialen Wände der neben einander (in einer Transversal-Ebene) liegenden Radial-Tuben der Syconen scheinen den radialen „Septa" der Corallen zu entsprechen. In beiden Fällen scheinen dadurch Kreuzaxen und somit Antimeren deutlich ausgesprochen zu werden.

Machen wir anderseits einen ganz dünnen Längsschnitt durch eine Sycon-Person (z. B. Taf. 44, Fig. 1; Taf. 49, Fig. 1; Taf. 58, Fig. 1, 3), so finden wir den centralen Hohlraum (den cylindrischen oder spindelförmigen Längsschnitt der Magenhöhle) auf beiden Seiten von einer longitudinalen Reihe radialer, über einander gestellter, gerader Canäle (ebenfalls „Radial-Tuben") in nicht weniger regelmässiger Form eingefasst. Es ist dasselbe Bild, welches uns der Längsschnitt vieler Corallen gewährt, bei denen die perigastrischen Fächer durch horizontale, über einander liegende Scheidewände (Dissepimenta und Tabulae) in zahlreiche, über einander liegende Kammern eingetheilt sind. Die horizontalen Wände der über einander (in einer radialen Meridian-Ebene) liegenden Radial-Tuben der Syconen könnten demnach den horizontalen oder transversalen Dissepimenten und Tafeln der Corallen zu entsprechen scheinen. In beiden Fällen scheint dadurch eine transversale Gliederung des Körpers in der Längsaxe deutlich ausgesprochen zu werden.

Wenn man in dieser Weise horizontale Querschnitte und verticale Längsschnitte der gegliederten Corallen und der ihnen entsprechenden Syconen mit einander vergleicht, könnte man zu der Ansicht gelangen, dass bei diesen Kalkschwämmen, ebenso gut wie bei jenen Corallen, der Körper der Person aus Antimeren und Metameren zusammengesetzt sei, und dass derselbe demnach den morphologischen Werth einer Person dritter Stufe, einer stauraxonien articulaten Person besitze. Die Syconen würden dann, gleich den tabulaten Corallen, den höchsten Grad individueller Zusammensetzung erreichen, den überhaupt das Individuum dritter Hauptstufe zu erreichen vermag.

So verlockend diese Vergleichung der „radialen" Syconen mit den tabulaten Corallen anfänglich erscheinen mag, so lässt sie sich dennoch nicht näher begründen. Vielmehr zeigt die Entwickelungsgeschichte, dass die radialen Tuben der Syconen und die radialen perigastrischen Fächer der Corallen überhaupt gänzlich verschiedene Gebilde sind. Es geht aus der Ontogenie der Syconen unzweifelhaft hervor, dass jede einzelne Sycon-Person eigentlich ein Stock von vielen Ascon-Personen ist, welche durch sehr regelmässige strobiloide Gemmation auf der Oberfläche einer

einzigen ursprünglichen Ascon-Person entstanden und gewöhnlich mehr oder weniger (oft gänzlich) mit einander verwachsen sind. Den ausführlichen Beweis dafür wird nachher die Ontogenie liefern. Wirkliche Antimeren und Metameren giebt es also bei den Syconen nicht, so wenig als bei den Leuconen und Asconen [1]).

Die Individualität der Syconen unterscheidet sich aber, wie aus eben dieser Ontogenie hervorgeht, dennoch wesentlich von derjenigen der Leuconen und Asconen. Allerdings erscheinen diejenigen Personen der Syconen, deren Radial-Tuben grösstentheils oder gänzlich mit ihren Rändern oder Flächen verwachsen sind, als einfache Schläuche oder Personen mit einer Magenhöhle, deren Wände nur von radialen Canälen durchzogen sind (Taf. 44, Fig. 1; Taf. 49, Fig. 1; Taf. 58, Fig. 1, 3). Diese radialen Canäle (Tuben) scheinen bloss den Formwerth von Organen zu haben, und das Ganze bildet eine einzige Person. Allein bei denjenigen Personen der Syconen, deren Radial-Tuben frei bleiben und nicht verwachsen, ist es sofort klar, dass jede Tubus eigentlich ein Olynthus, also eine einzelne Ascon-Person, und das Ganze ein strobiloider Stock ist. Dessenungeachtet verhält sich dieser Stock in anderer Beziehung wieder wie eine Person. Sein Osculum bleibt dieselbe Mundöffnung, welche er ursprünglich in seiner ersten Jugend schon als einfacher Olynthus, also als wirkliche Ascon-Person besass. Es wird daher (besonders für die Systematik) vortheilhafter sein, denselben als modificirte oder zusammengesetzte Person zu bezeichnen, und die Person der Syconen überhaupt als strobiloide Person von der einfachen, schlauchförmigen oder doroiden Person der Leuconen und Asconen zu unterscheiden [2]).

Wenn also nunmehr festgestellt ist, dass wirkliche Antimeren und Metameren bei den Kalkschwämmen überhaupt nicht vorkommen, so bleibt noch mit wenigen

1) In meinem Aufsatze „über den Organismus der Schwämme und ihre Verwandtschaft mit den Corallen" hatte ich (1869) unter dem Namen *Cyathiscus actinia* einen Kalkschwamm aufgeführt (52. Species des Prodromus), bei welchem ich ein System von radialen perigastrischen Fächern, und demgemäss auch ein radiales System von wirklichen Antimeren, wie bei jeder entwickelten Corallen-Person, aufzufinden geglaubt hatte. Indessen habe ich nachträglich mich überzeugt, dass ich durch ein einzelnes, halb zerstörtes Exemplar der Dyssycus-Form von *Leucandra alcicornis* irre geführt worden war. Die nach der Untersuchung dieses einen Exemplares angenommenen perigastrischen Fächer und Septa existiren bei diesem Kalkschwamme so wenig als bei anderen. Vergl. die Beschreibung von *Leucandra alcicornis* (62. Species) im zweiten Bande (System, p. 187). Ich bedaure diesen Irrthum um so mehr, als er mich zu einer falschen Vorstellung von der Bedeutung der Radial-Tuben überhaupt verführte.

2) Die strobiloide Person der Syconen verhält sich zu dem Cormus der Asconen demnach ähnlich, wie unter den Echinodermen die Person eines Echiniden oder einer Holothurie zu dem Cormus eines Asteriden. Bei dem fünfstrahligen Asteriden hat eigentlich jedes der fünf Antimeren den Werth einer Person (eines gegliederten Wurmes) und der ganze Seestern ist also eigentlich ein Stock; bei den Echiniden aber ist dieser Stock durch die völlige Verwachsung der fünf Personen so centralisirt, dass er als eine einfache Person erscheint. Vergl. für diese Auffassung meine Echinodermen-Theorie im II. Bande der Generellen Morphologie (p. LXII).

Worten die Frage zu erörtern, wie sich die übrigen Schwämme in dieser Beziehung verhalten. Scheinbar findet sich deutliche Ausbildung von Kreuzaxen und dem entsprechend auch von Antimeren bei verschiedenen Kieselschwämmen. Eines der auffallendsten Beispiele ist die adriatische *Axinella polypoides*, welcher ihr Entdecker selbst, O. Schmidt, wegen der auffallenden Aehnlichkeit der Personen mit achtzähligen Corallen-Polypen ihren specifischen Namen gegeben hat (Adriat. Spongien, p. 62, Taf. VI, Fig. 4). Derselbe sagt darüber: „Sehr bemerkbar, namentlich an trockenen Exemplaren, ist die Gruppirung der Ausströmungslöcher; sie finden sich nämlich in sternförmiger Anordnung gruppenweise in flachen Vertiefungen, indem gemeiniglich um ein mittleres Loch die anderen im Kreise umherliegen, wodurch die Oberfläche das Aussehen eines zusammengesetzten Polypen-Stockes mit weitläufig zerstreuten Individuen bekommt.“ Die Abbildung, welche O. Schmidt (l. c.) von diesem Schwamme giebt, gleicht in der That mehr einer Coralle, als einer Spongie. Bei allen Personen des Stockes sind in dieser Figur (4) ganz regelmässig acht radiale Septa und acht dazwischen liegende Fächer angegeben, so dass man die Figur, objectiv betrachtet, unbedingt für die Abbildung einer achtzähligen Alcyonarie, etwa einer Veretillum-artigen Coralle, halten würde. Das „mittlere Loch“ könnte man als Magen deuten, und die acht radialen Löcher, „die im Kreise umherliegen“, den acht perigastrischen Fächern der Octocorallen gleich stellen. Ebenso stimmt die Abbildung, welche O. Schmidt von einem Oscular-Raume der *Osculina polystomella* giebt, so auffallend mit der Oral-Ansicht oder dem Querschnitt einer achtzähligen Corallen-Person überein, dass man diese Figur ohne Weiteres dafür ausgeben könnte (Spongien von Algier, p. 3, Taf. I, Fig. 4). Auch hier ist die grössere Centralhöhle (Magen), welche in der Längsaxe der Person liegt, ganz regelmässig von acht radialen Fächern („perigastrischen Canälen“) rings umgeben, genau wie bei einer Alcyonarie. Ich habe daher auch früher diese Bildungen der Antimeren den Corallen verglichen (1869, l. c. p. 230), wie es zuvor schon von Miklucho geschehen war (1868, l. c. p. 236). Die Vergleichung war um so verführerischer, als viele fossile Schwämme (z. B. *Coeloptychium lobatum, Siphonia costata*) durch ihre ausgezeichnet regelmässige radiale Structur dieselbe sehr zu begünstigen schienen. Indessen muss ich gestehen, dass ich jetzt gegen diese Auffassung sehr misstrauisch geworden bin, zumal die Bedeutung der strahligen Figuren bei den genannten Kieselschwämmen noch sehr unklar ist; um diese richtig zu verstehen und morphologisch zu würdigen, sind neue, sorgfältige Untersuchungen, besonders über ihre Entwickelungsgeschichte, unentbehrlich. Bis auf Weiteres halte ich also die Personen aller Schwämme, sowohl der Kalkschwämme als der übrigen Spongien, für monaxonie inarticulate Personen, bei denen weder wirkliche Antimeren, noch wirkliche Metameren zur Ausbildung kommen.

Individualität der Cormen.

Nach der so eben bereits bei den Personen gegebenen Erörterung müssen wir jeden Schwamm oder jedes Schwammstück als einen Stock oder Cormus auffassen, welches zwei oder mehrere Haupthöhlen oder Magenhöhlen enthält, und demgemäss auch zwei oder mehrere verschiedene Hauptaxen erkennen lässt. Es werden daher zunächst alle verzweigten Schwammkörper als Stöcke zu betrachten sein, aus so viel Personen zusammengesetzt, als sich daran Zweige (oder Längsaxen) unterscheiden lassen. Ausserdem werden aber auch jene nicht verzweigten, äusserlich scheinbar einfachen, klumpigen Spongien zu den Cormen gerechnet werden müssen, bei denen im Inneren zwei oder mehrere distincte Haupthöhlen, die unzweifelhaft den Magenhöhlen isolirter Personen gleichwerthig sind, unterschieden werden können.

Die früher von O. Schmidt versuchte Begriffsbestimmung des Schwammstockes, wonach die Mehrzahl der Oscula der bestimmende Character des Stockes ist (während Schwämme mit einem Osculum stets nur als Einzelthiere oder Personen aufzufassen seien), ist aus den schon angeführten Gründen nicht stichhaltig. Denn ebenso wie die einzelnen Spongien-Personen ihre Mundöffnungen durch Verwachsung verlieren können, so ist es auch sehr häufig bei den zu Stöcken vereinigten Personen der Fall. Gerade bei den Kalkschwämmen finden sich sowohl mundlose Personen *(Cystograntiae)*, als mundlose Stöcke *(Cophograntiae)* keineswegs selten. Noch wichtiger und interessanter aber sind in dieser Beziehung die schon erwähnten coenostomen Calcispongien *(Coenograntiae)*, einmündige Stöcke, bei denen nur eine gemeinsame Mundöffnung für alle verschiedenen Personen des Stockes existirt. Wollte man diese Schwämme bloss nach ihrer einfachen Mundöffnung beurtheilen, so würde man sie für einfache Personen halten müssen, während sie in der That doch vielfach zusammengesetzte Cormen sind. Ebenso entspricht auch bei den gruppenmündigen Kalkschwämmen *(Tarrograntiae)* die Zahl der Oscula keineswegs der Zahl der Personen; vielmehr ist die erstere geringer.

Immerhin bleibt die Zahl und Bildung der Mundöffnungen für die morphologische Differenzirung der Spongien von solcher Wichtigkeit, dass das künstliche System der Kalkschwämme dieselbe in erster Linie für ihre Classification benutzen muss, und demnach unter den solitären Calcispongien Dorograntiae und Cystograntiae, unter den socialen Kalkschwämmen aber nicht weniger als fünf Abtheilungen: Cormograntiae, Coenograntiae, Tarrograntiae, Cophograntiae und Metrograntiae als besondere Ordnungen unterscheidet.

Die Stöcke der Kalkschwämme entstehen meistens durch Knospenbildung, seltener durch unvollständige Theilung (und zwar Längstheilung) von Personen. Häufig entstehen aber Stöcke auch dadurch, dass mehrere benachbarte, ursprünglich getrennte und selbstständige Personen in Folge stattgehabter Berührung mit einander ver-

wachsen. In dieser Hinsicht kann man primäre und secundäre Stöcke unterscheiden. Primäre oder einwurzelige Stöcke *(Cormi monoblasti)* nennen wir solche Stöcke, welche durch einmalige oder wiederholte Spaltung (meistens Knospenbildung, seltener Theilung) aus einer ursprünglichen Person (also auch aus einem einzigen Ei) hervorgegangen sind. Secundäre oder mehrwurzelige Stöcke *(Cormi polyblasti)* nennen wir dagegen diejenigen Stöcke, welche durch secundäre Verwachsung und Verschmelzung (Concrescenz) aus zwei oder mehreren, ursprünglich ganz getrennten Personen (also auch aus zwei oder mehreren Eiern) hervorgegangen sind. Ebenso wie Personen können auch Stöcke, die ursprünglich getrennt waren, nachträglich mit einander durch Concrescenz verschmelzen.

Die Zahl der Personen, aus denen sich die Stöcke der Kalkschwämme zusammensetzen, ist sehr wechselnd. Doch kann im Allgemeinen gesagt werden, dass die verhältnissmässig grossen Stöcke der Leuconen und Syconen aus einer geringen Anzahl von grossen Personen, die kleinen Stöcke der Asconen dagegen aus einer grossen Anzahl von kleinen Personen zusammengesetzt sind. Ueberhaupt ist die Neigung zur Stockbildung am grössten bei den kleinen und einfach gebauten Asconen, geringer bei den unregelmässig gebauten Leuconen, und noch viel geringer bei den Syconen. Die letzteren kommen im Ganzen selten zur Stockbildung. Die Zahl der Personen, welche die Syconen-Stöcke bilden, beträgt meistens nur 2—4, seltener 5—10, sehr selten 20—30 Personen und darüber. Bei den Leuconen ist diese Zahl je nach den Arten sehr verschieden. Bei manchen Species ist der Cormus stets nur aus wenigen (2—4), bei anderen aus 15—20 Personen zusammengesetzt. Bei wenigen Species beträgt ihre Zahl 30—50 oder selbst einige Hundert. Bei den Asconen dagegen ist umgekehrt die Zahl der Personen, welche die Stöcke bilden, gewöhnlich ansehnlich, und oft sehr bedeutend. Cormen, welche aus mehreren hundert oder selbst mehreren tausend Personen bestehen, sind hier nicht selten; und meistens finden sich wenigstens mehrere Dutzend Personen auf einem Stock vereinigt vor.

Die Grösse der Stöcke ist natürlich immer bedingt durch die Grösse und Zahl der Personen, aus denen sie zusammengesetzt sind. Doch erreichen die Stöcke der Kalkschwämme durchschnittlich eine viel geringere Grösse, als die Cormen der Horn- und Kiesel-Schwämme. Selten übersteigt der Durchmesser der Stöcke bei den Syconen 50, bei den Leuconen 100 und bei den Asconen 200 Mm.

Die äussere Form der Stöcke ist bei den Kalkschwämmen, wie überhaupt bei den Schwämmen und Corallen, sehr mannichfaltig. Es lassen sich vielleicht folgende Hauptformen unterscheiden:

A. bezüglich der Verwachsung, resp. Anastomosenbildung der Personen:

a. Buschförmige Stöcke *(Cormi fruticosi)* ohne Anastomosen.

b. Netzförmige Stöcke *(Cormi reticulares)* mit Anastomosen.

B. bezüglich der Entwickelung der Aeste in einer oder in mehreren Ebenen:
  a. Blattförmige Stöcke *(Cormi lamellares)*, alle Aeste in einer Fläche.
  b. Massige Stöcke *(Cormi massivi)*. Aeste in verschiedenen Flächen.

C. bezüglich der freien oder aufliegenden Haltung:
  a. Aufrechte Stöcke *(Cormi erecti)*.
  b. Kriechende Stöcke *(Cormi repentes)*.

Physiologische Individualität der Spongien.

Alle vier Hauptstufen oder Ordnungen der morphologischen Individualität, welche wir im Vorhergehenden unterschieden haben, können bei den Spongien das materielle Substrat der physiologischen Individualität, der einheitlichen Lebenserscheinung des Organismus, bilden. Die beiden ersten von diesen Hauptstufen, die Plastide und das Idorgan, treten bloss vorübergehend als virtuelle Bionten auf, während die beiden andern Hauptstufen, die Person und der Cormus, die actuellen Bionten der Spongien repräsentiren. Als partielle Bionten können hier sowohl die beiden ersten Hauptstufen, als auch beliebige, von dem Gesammt-Organismus abgelöste Fragmente auftreten.

Die Spongien als actuelle Bionten.

Als actuelles Bion habe ich in der generellen Morphologie jeden vollständig entwickelten Organismus bezeichnet, „welcher den höchsten Grad morphologischer Individualität erreicht hat, der ihm als reifen, ausgewachsenen Repräsentanten der Species zukommt“ (l. c. p. 334). Hiernach würde bei den Kalkschwämmen, wie bei den übrigen Schwämmen, das actuelle physiologische Individuum bald als Person, bald als Stock auftreten, je nachdem es bei Eintritt der Geschlechtsreife entweder bloss die dritte oder die vierte Hauptstufe der morphologischen Individualität erreicht hat. Wenn dieser Unterschied ein constanter wäre, d. h. innerhalb der einzelnen Species sich gleichmässig durch die Reihe der Generationen vererbte, so würde man ihn auch systematisch verwerthen können. Wir könnten dann als zwei Hauptgruppen der Schwämme unterscheiden: 1) Monograntiae *(Calcispongiae solitariae)*, Kalkschwämme, deren actuelle Bionten Personen sind, und 2) Polygrantiae *(Calcispongiae sociales)*, Kalkschwämme, deren actuelle Bionten Cormen sind. Diese von O. Schmidt vorgeschlagene und von anderen Autoren acceptirte Eintheilungsweise der Schwämme habe ich in dem künstlichen Systeme der Kalkschwämme (in der zweiten Abtheilung des zweiten Bandes) consequent angewendet. Sie lässt sich aber nicht ohne ganz willkührlichen Zwang durchführen und zeigt eben dadurch, dass jenes System ein künstliches ist.

Dieser Umstand beruht auf zwei eigenthümlichen Verhältnissen; erstens darauf, dass von zwei sehr nahe verwandten Species die eine stets nur als Person, die andere stets nur als Stock geschlechtsreif wird; und zweitens darauf, dass es viele Species giebt, welche eben sowohl als Person, wie als Stock bis zur völligen Reife gedeihen, und Eier und Sperma erzeugen. Diese letzteren sind bald als Person, bald als Stock sich fortzupflanzen im Stande.

Zur Erläuterung dieser wichtigen tectologischen Verhältnisse ist es zweckmässig, an die Analogien zu erinnern, welche wir für dieselben im Pflanzenreiche weit verbreitet vorfinden. Viele Arten von Phanerogamen bleiben unter gewissen Umständen (z. B. auf dürrem, trockenem Boden) einblüthig (also einfache Personen), während sie unter anderen Umständen (z. B. auf fettem, üppigem Boden) sich verzweigen und Stöcke mit vielen Blüthen bilden. Es hängt hier bloss vom Standort, von der Quantität und Qualität der Nahrung ab, ob das actuelle Individuum nur die dritte oder die vierte Hauptstufe der organischen Individualität erreichen kann. Die Anpassung überwiegt hier die Vererbung. Ebenso verhalten sich viele Kalkschwämme, jedoch in sehr verschiedenem Grade. Unter den Asconen, bei welchen die grosse Mehrzahl aller actuellen Bionten Stöcke bildet, giebt es einzelne Arten, welche, trotzdem sie gewöhnlich Stöcke bilden, doch auch häufig als Personen geschlechtsreif werden. Viel seltener ist hier der Fall, dass eine Species ausnahmsweise Stöcke bildet, und gewöhnlich nur Personen. Gerade umgekehrt verhalten sich die Syconen, bei welchen die grosse Mehrzahl aller actuellen Bionten nur Personen bildet. Hier giebt es einzelne Arten, bei welchen trotz der vorherrschenden Personenbildung doch häufig auch Stöcke gebildet werden. Viel seltener ist hier der Fall, dass eine Species ausnahmsweise nur Personen und gewöhnlich Stöcke bildet. Die Leuconen verhalten sich in dieser Beziehung verschieden, indem ein Theil sich mehr den Asconen anschliesst; ein anderer Theil dagegen mehr den Syconen.

Diesen Kalkschwämmen, bei denen die Vererbung der Individualitätsstufe in jeder Generation wieder durch die Anpassung modificirt werden kann, steht gegenüber die andere Reihe, bei denen die Vererbung der Individualitätsstufe innerhalb der Species ganz constant ist und keiner Anpassung mehr unterliegt. Bei dieser Reihe ist es möglich, scharf zwischen solitären und socialen Species zu unterscheiden. Constant solitäre oder monozoe Calcispongien, welche niemals Stöcke bilden, sind unter den Asconen sehr selten, unter den Leuconen häufiger, und unter den Syconen vorherrschend. Diese sind den solitären Corallen (Actinien und Fungien) und den constant einblüthigen Phanerogamen zu vergleichen. Gerade umgekehrt verhalten sich die constant socialen oder polyzoen Calcispongien, welche niemals auf der ursprünglichen Stufe der Person stehen bleiben, sondern stets Stöcke bilden. Solche sind unter den Asconen vorherrschend, unter den Leuconen seltener, und unter den Syconen sehr selten. Diese constant socialen Kalkschwämme sind der

Mehrzahl der Corallen (z. B. Astraeiden und Gorgoniden) und den constant vielblüthigen Phanerogamen zu vergleichen.

Auf jeden Fall ist dieses Verhältniss bei den Kalkschwämmen in ganz ausserordentlichem Masse schwankend, in einem Masse, wie es vielleicht bei keiner anderen Organismen-Gruppe gefunden werden dürfte. Es scheint oft von ganz zufälligen und untergeordneten Umständen abzuhängen, ob die Species auf der dritten Hauptstufe der Individualität stehen bleibt und als Person sich fortpflanzt, oder ob sie sich weiter noch zur vierten Stufe erhebt und einen Stock bildet. Dazu kommt nun noch der Umstand, dass viele Species im Stande sind, sich auf beiden Stufen der Individualität, sowohl als Stöcke, wie als Personen fortzupflanzen, während andere nur als Stöcke, andere nur als Personen dazu befähigt sind. Auf dieses merkwürdige physiologische Verhältniss werde ich später noch zurückkommen. Wie sich die übrigen Spongien in dieser Beziehung verhalten, ist noch nicht untersucht. Im Ganzen scheint die Individualitäts-Bildung bei diesen weniger Mannichfaltigkeit darzubieten als bei den Kalkschwämmen. Die meisten Hornschwämme und Kieselschwämme scheinen constant Stöcke zu bilden. Arten, welche constant nur Personen bilden, scheinen hier viel seltener zu sein (Euplectella, Lanuginella, Tetilla).

Die Spongien als virtuelle Bionten.

So lange der Organismus noch nicht den höchsten Grad morphologischer Individualität erreicht hat, welcher ihm als reifen, ausgewachsenen Repräsentanten der Species zukömmt, und zu welchem er sich entwickeln kann, bezeichnen wir denselben als „potentielles physiologisches Individuum“ oder als virtuelles Bion (Gen. Morph. I, p. 334). Bei allen Kalkschwämmen, wie bei allen übrigen Spongien, finden wir im Laufe der individuellen Entwickelung mindestens zwei solche Stufen der potentiellen physiologischen Individualität vor, nämlich erstens die Eizelle und zweitens die Morula.

Der Kalkschwamm als virtuelles Bion erster Stufe wird durch die Eizelle repräsentirt, eine einfache, nackte, kernhaltige Zelle, welche nach Art der gewöhnlichen Amoeben ihre Form zu verändern im Stande ist, indem sie formveränderliche Fortsätze ausstreckt und wieder einzieht. Sie kann sich in dieser Weise kriechend umherbewegen und gelangt bei vielen Kalkschwämmen durch diese Bewegungen aus dem Canalsystem heraus, um sich dann ausserhalb des Schwammkörpers weiter zu entwickeln. Die physiologische Individualität der Eizelle äussert sich hierbei in so auffälliger Weise, dass man sie geradezu mit einer selbstständigen Amoebe verwechseln könnte. Wahrscheinlich sind viele von den „parasitischen Amoeben“, welche verschiedene Autoren in Spongien gefunden haben wollen, nichts weiter als solche frei umherkriechende Eizellen gewesen.

Aus der Eizelle als individueller Plastide entwickelt sich nach stattgehabter Befruchtung das virtuelle Bion der zweiten Stufe, das Idorgan. Dieses erscheint zunächst in Form der Morula. So nenne ich den kugeligen Haufen von gleichartigen, nackten, amoeboiden Zellen, welcher durch die reguläre Furchung, durch die wiederholte Theilung der befruchteten Eizelle bei allen Calcispongien entsteht. Der ganze Organismus des jungen Kalkschwammes ist in diesem Zustande weiter Nichts, als ein kugeliger oder subsphärischer Haufe von gleichartigen, noch nicht differenzirten Zellen, die einzeln für sich genommen von Amoeben nicht verschieden sind. Man kann denselben daher auch als eine Amoeben-Gemeinde auffassen, und wenn man diese Auffassung phylogenetisch verwerthet, der uralten Stammform der Synamoeba an die Seite stellen.

Bei weiterer Entwickelung der Morula entsteht im Inneren dieses Zellenhaufens eine kleine Höhle, die Anlage der Magenhöhle, und indem diese an einer Stelle durchbricht, die Mundöffnung. Damit ist die Längsaxe des jungen Schwammkörpers bestimmt und derselbe tritt von der zweiten zur dritten Individualitäts-Ordnung hinüber. Aus dem Idorgan wird eine Person.

Bei denjenigen Spongien-Arten, welche constant solitär bleiben, ist diese Person zugleich das actuelle Bion. Bei denjenigen Spongien-Arten hingegen, welche constant social sind, d. h. immer nur als Stöcke geschlechtsreif werden, ist diese Person erst das virtuelle Bion dritter Stufe; und erst wenn sich aus dieser Person (durch Theilung oder Knospenbildung oder Verwachsung) ein Cormus entwickelt, wird durch diesen Stock das actuelle Bion repräsentirt.

Die Spongien als partielle Bionten.

Als partielles Bion oder als scheinbares physiologisches Individuum kann bei den Kalkschwämmen, wie bei den meisten anderen Schwämmen, jede einzelne, von dem virtuellen oder actuellen Bion abgelöste Plastide oder jeder beliebige Plastiden-Complex figuriren (Gen. Morph. I, p. 335). Denn die physiologische Selbstständigkeit der Elementartheile oder der Individuen erster Ordnung bleibt bei den Kalkschwämmen — wie überhaupt bei den Schwämmen — zeitlebens so gross, dass sie, vom ganzen Organismus abgelösst, scheinbar selbstständige Lebenseinheiten darstellen, und noch längere Zeit hindurch auf eigene Hand Bewegungen ausführen.

Dies gilt sowohl von den Plastiden des Entoderm als des Exoderm. Die Geisselzellen des Entoderm setzen isolirt die schwingenden Bewegungen ihrer Geissel fort und schwimmen dadurch ebenso wie selbstständige Flagellaten (Euglena, Salpingoeca etc.) umher. Sie imponiren in dieser Form dergestalt, dass James-Clark darauf seine oben mitgetheilte Theorie gründete, die Kalkschwämme seien weiter Nichts als Flagellaten-Colonien. Wenn dieselben nachher zu Boden fallen und sich

in amoeboide Zellen verwandeln, können sie wirklich für Amoeben gehalten werden. Ebenso können aber auch einzelne Stücke der Sarcodine des Exoderm, welche man durch Zerzupfen des Syncytium isolirt hat, sich nach Art von Amoeben, durch Ausstrecken und Einziehen formwechselnder Fortsätze, activ umher bewegen. Man beobachtet dies sowohl an ganz kleinen, kernlosen Stückchen der Sarcodine, als an grösseren Stücken, welche einen oder mehrere Kerne enthalten. Wahrscheinlich sind übrigens diese partiellen Bionten theilweise noch fähig, sich weiter zu vielzelligen Schwammkörpern zu entwickeln, und würden dann, gleich den Eizellen, als virtuelle Bionten zu betrachten sein.

2. Grundformen-Lehre oder Promorphologie.

1. Grundformen der Plastiden.

Im Gegensatz zu der grossen Mannichfaltigkeit interessanter Erscheinungen, welche uns die Individualitäts-Lehre der Kalkschwämme, wie der Spongien überhaupt, darbietet, ist ihre Grundformen-Lehre oder Promorphologie äusserst einfach und von geringer Bedeutung. Die Spongien bilden in dieser Beziehung einen auffallenden Gegensatz zu den nächstverwandten Nesselthieren oder Acalephen, den Hydromedusen, Ctenophoren, Corallen etc., bei welchen fast allgemein sehr characteristische geometrische Grundformen in grosser Mannichfaltigkeit nachweisbar sind. Dies hängt namentlich damit zusammen, dass sich bei den Spongien nicht, wie bei den meisten Acalephen, Antimeren und damit Kreuzaxen entwickeln, deren verschiedene Zahl und Differenzirung die Ursache mannichfach verschiedener Grundformen ist. Der Mangel der Tentakeln und der damit zusammenhängenden Bildungen, durch welche sich die Spongien von den meisten Acalephen unterscheiden, ist hierfür offenbar von grosser Bedeutung.

Die einzigen Theile des Spongien-Körpers, welche eine grössere Anzahl von bestimmten und sehr characteristischen geometrischen Grundformen zeigen, sind die Kalk-Spicula der Kalkschwämme, die Kieselnadeln der Kieselschwämme. Alle übrigen Theile zeigen nur höchst einfache promorphologische Verhältnisse, und zwar ist bei allen vier Individualitäts-Stufen: bei den Plastiden, Idorganen, Personen und Cormen diejenige Grundform vorherrschend, welche ich in der generellen Promorphologie (p. 426) als ungleichpolige Einaxige *(Monaxonia diplopola)* bezeichnet habe. Sehr häufig geht dieselbe in die irreguläre oder axenlose Grundform *(Anaxonia)* über. Indem ich mich bezüglich aller einzelnen Verhältnisse, welche überhaupt bei der Promorphologie in Betracht zu ziehen sind, und bezüglich der hier angewendeten Terminologie auf die sehr ausführliche Erörterung und auf das System der Grund-

formen beziehe, welches ich in meiner generellen Morphologie entwickelt habe, gehe ich sogleich zu den Grundformen der Plastiden bei den Kalkschwämmen über und lasse auf diese die Grundformen der drei höheren Individualitäten folgen[1]).

Die Plastiden der Kalkschwämme und der Spongien überhaupt können bei deren promorphologischer Betrachtung nur insofern in Betracht kommen, als sie ihre ursprüngliche Individualität bewahrt und nicht durch Concrescenz zu einer morphologischen Einheit höherer Ordnung sich verbunden haben. Letzteres ist aber bei sämmtlichen Plastiden des Exoderm der Fall, welche mit einander zum Syncytium verschmolzen sind. Es können daher im Exoderm nur die einzelnen Spicula, als innere Plasma-Producte des Syncytium, Gegenstand promorphologischer Untersuchung werden. Zunächst aber ist letztere eigentlich nur bei den selbstständig bleibenden, isolirten Zellen des Entoderm anzuwenden.

Die Zellen des Entoderm, sowohl die nutritiven Geisselzellen, als die sexuellen Spermazellen und Eizellen, verhalten sich in promorphologischer Beziehung sehr einfach. Die nutritiven Geisselzellen erscheinen in ihrer natürlichen Lagerung, als Elemente des Entoderm-Epitheliums, entweder länglich-rund (kegelförmig, spindelförmig, cylindrisch) oder durch gegenseitigen Druck an den Seiten polyedrisch-abgeplattet. Da die Längsaxe der Geisselzelle stets wegen der vortretenden Geissel und des Kragens an deren Basis ungleichpolig ist, so gehört die stereometrische Grundform stets zur Hauptgruppe der diplopolen oder der heteropolen Protaxonien (Generelle Promorphologie, p. 416, 558). Die Grundform der länglich-runden Geisselzellen (ohne seitliche Abplattung und daher ohne Kreuzaxen) ist die ungleichpolige Einaxige (*Monaxonia diplopola;* Gener. Promorph. p. 426). Die Grundform der polyedrisch-abgeplatteten Geisselzellen (mit seitlichen Facetten und daher auch Kreuzaxen) ist die ungleichpolige Kreuzaxige (*Stauraxonia heteropola;* Gener. Promorph. p. 452). Wenn die Geisselzellen isolirt werden, verlieren sie ihre ursprüngliche Grundform, ziehen die Geissel ein, verwandeln sich in formwechselnde amoeboide Zellen und sind dann als Axenlose *(Anaxonia)* zu bezeichnen (Gener. Promorph. p. 400).

Die Eizellen treten gewöhnlich in axenloser Form auf *(Anaxonia)*, als amoeboide Zellen mit formwechselnden Fortsätzen, ohne jede bestimmte Axe. Nicht selten aber nehmen sie auch die absolut reguläre, gleichaxige Form der Kugel an *(Homaxonia)*. Seltener gehen sie zufällig oder zeitweilig in eine andere bestimmte Grundform über.

Die Spermazellen, als einfache Geisselzellen mit sehr langem „Schwanz“ und

---

1) Ernst Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen. 1866. Erster Band, Viertes Buch: Generelle Promorphologie (p. 375—574). Vergl. insbesondere das dreizehnte Kapitel: System der organischen Grundformen (p. 400—527).

länglich-rundem „Kopfe", bewahren stets die ungleichpolige einaxige Grundform *(Monaxonia diplopola)*.

Die Spicula, welche als innere Plasma-Producte der verschmolzenen Entoderm-Zellen hier nur anhangsweise in Betracht kommen, als „elementare Skelet-Bestandtheile", und deren Grundformen wir ausserdem nachher noch bei der speciellen Beschreibung ihrer Real-Formen zu besprechen haben, verdienen doch insofern ein besonderes promorphologisches Interesse, als sie bei ihrer halb-organischen, halb-krystallinischen Beschaffenheit, mit ihrer starren Form, ihren mathematisch bestimmbaren Flächen und Winkeln, die einzigen Bestandtheile des Spongien-Körpers sind, welche eine vollkommen strenge stereometrische Bestimmung zulassen. Es kommen bei den Kalknadeln der Kalkschwämme überhaupt folgende mathematische Grundformen vor, welche sämmtlich zu der grossen Gruppe der „Grundformen mit Hauptaxen", der Hauptaxigen *(Protaxonia)* gehören (Gener. Promorph. p. 416):

A. Einaxige *(Monaxonia)*.

(Protaxonien ohne Kreuzaxen. Gener. Promorph. p. 420.)

I. Gleichpolige Einaxige (*Monaxonia haplopola*, l. c. p. 422).
Die Stabnadeln, deren beide Enden gleich gebildet sind.

II. Ungleichpolige Einaxige (*Monaxonia diplopola*, l. c. p. 426).
Die Stabnadeln, deren beide Enden ungleich gebildet sind.

B. Kreuzaxige *(Stauraxonia)*.

(Protaxonien mit Kreuzaxen. Gener. Promorph. p. 430.)

III. Gleichpolige Kreuzaxige (*Stauraxonia homopola*, l. c. p. 436).

Doppel-Pyramiden, und zwar stets sechsseitige Doppel-Pyramiden, mit drei Kreuzaxen. Diese kommen nur unter den Dreistrahlern vor, deren drei Strahlen hier als Kreuzaxen zu betrachten sind. Sie finden sich in zwei verschiedenen Formen, als isostaure und allostaure Homopolen. Die *Homopola isostaura*, deren Grundform die reguläre Doppel-Pyramide ist, werden nur durch die perregulären Dreistrahler oder die absolut-regulären Dreistrahler repräsentirt, deren drei Winkel und drei Schenkel, sowie die beiden Flächen, absolut regulär sind. Diese sind desshalb zugleich von besonderem Interesse, weil sie sich auf das Hexagonal-Dodekaeder, die Grundform des hexagonalen Crystall-Systems, zurückführen lassen, wie ich unten zeigen werde. Die *Homopola allostaura*, deren Grundform die amphithecte Doppel-Pyramide ist, werden durch diejenigen Dreistrahler repräsentirt, deren beide Flächen zwar gleich, dagegen die Schenkel oder die Winkel oder beide zugleich mehr oder minder (meist sagittal) differenzirt sind.

IV. Ungleichpolige Kreuzaxige (*Stauraxonia heteropola*, l. c. p. 452).

Pyramiden, und zwar stets dreiseitige Pyramiden, mit drei Kreuzaxen. Diese Grundform findet sich bei sämmtlichen Vierstrahlern der Kalkschwämme, sowie bei denjenigen Dreistrahlern, deren beide Seitenflächen differenzirt sind, welche

also nicht zu der vorigen Gruppe, den homopolen Stauraxonien gehören. Demnach ist die grosse Mehrzahl aller Spicula, die bei den Kalkschwämmen vorkommen, dieser Grundform, der dreiseitigen Pyramide, zuzurechnen. Dieselbe findet sich seltener als homostaure, gewöhnlich als heterostaure Heteropole vor. Die *Heteropola homostaura*, deren Grundform die reguläre Pyramide ist, wird durch diejenigen „regulären Dreistrahler" vertreten, deren drei Schenkel und drei Winkel zwar gleich, die beiden Flächen aber differenzirt sind; sowie durch diejenigen „regulären Vierstrahler", deren drei Schenkel und drei Winkel gleich sind, und bei denen ausserdem der vierte oder apicale Strahl gerade ist und gleichen Abstand von den drei facialen Strahlen hat. Alle übrigen heteropolen Dreistrahler und Vierstrahler gehören zu der Gruppe der *Heteropola heterostaura*, deren Grundform die irreguläre Pyramide ist. Hierher gehört die grosse Mehrzahl aller Dreistrahler und Vierstrahler, und zwar ist die Grundform derselben stets die allopole, niemals die autopole Heterostauren-Form, d. h. stets die halbe, niemals die ganze amphithecte Pyramide. Ich habe in der generellen Promorphologie (p. 495) diese grosse und wichtige Grundformen-Gruppe der „halben amphithecten Pyramiden", der *Heterostaura allopola*, kurz als Zeugiten oder (mit Bezug auf den alleinigen Besitz einer Mittel-Ebene) als *Centrepipeda* bezeichnet. Sie entsprechen den „Halbkeilen oder Hemisphenoiden" von Bronn. Sie zerfallen in zwei Hauptgruppen: *Amphipleura* (halbe amphithecte Pyramiden von $4 + 2n$ Seiten) und *Zygopleura* (halbe Rhomben-Pyramiden). Nicht die ersteren, nur die letzteren Grundformen, kommen unter den Dreistrahlern und Vierstrahlern der Kalkschwämme vor; und zwar sind alle sagittalen Dreistrahler mit ungleichen Seitenflächen, sowie sämmtliche sagittale Vierstrahler als Eudipleura aufzufassen, als „bilateral-symmetrische" Formen in der fünften (engsten) Bedeutung dieses Begriffes. Der Basal-Schenkel derselben bildet die sagittale (oder dorsoventrale) Axe der Eudipleuren-Form; die Linie, welche die Spitzen der beiden gleichen lateralen Schenkel verbindet, oder welche dieser Linie parallel durch den Mittelpunkt des Dreistrahlers geht, ist die ideale transversale (oder laterale) Axe; und die longitudinale oder Hauptaxe wird bei den Dreistrahlern durch das Perpendikel bestimmt, welches von dem Mittelpunkt dieser lateralen Axe (oder auch von dem gemeinsamen Mittelpunkt der drei Strahlen) auf die Ebene gefällt wird, die man auf einer Seite des Dreistrahlers durch die Spitzen der drei Schenkel legen kann; bei den Vierstrahlern wird die Hauptaxe unmittelbar durch den vierten (apicalen) Strahl bestimmt. Die irregulären Dreistrahler fallen unter die Kategorie der Dysdipleura. Die irregulären Vierstrahler lassen sich ebenfalls auf die irreguläre dreiseitige Pyramide zurückführen. Die Spitzen der vier Schenkel bezeichnen die Ecken derselben. Auf diese wenigen stereometrischen Grundformen lassen sich alle die mannichfaltigen realen Formen der Kalk-Spicula reduciren.

2. Grundformen der Organe.

Als selbstständige Organe in streng morphologischem Sinne, oder als Idorgane, lassen sich bei den Kalkschwämmen eigentlich, wie wir oben gesehen haben, nur zwei fundamentale Organe, das Entoderm und Exoderm unterscheiden; und als Organ-Systeme ebenfalls nur zwei Systeme, nämlich das Canal-System und das Skelet-System. Von diesen kommt für die Promorphologie nur das Canal-System mit seinen Theilen, oder das Gastrovascular-System in Betracht, nicht aber das Skelet-System als Ganzes. Aber auch die promorphologischen Verhältnisse des Gastrovascular-Systems und seiner Theile sind höchst einfach. Ueberall ist hier, wie bei den Personen, und wie bei den Stöcken, die ungleichpolige Einaxige *(Monaxonia diplopola)* die herrschende Grundform. Dies gilt ebenso wohl von dem Magen des *Olynthus* (als der Grundform), wie von allen abgeleiteten Formen und allen Theilen des Canalsystems. Bei den Syconen wird scheinbar, wie wir gleich bei den Personen sehen werden, durch die reguläre strobiloide Gemmation eine „Strahl-Form" und somit auch eine höhere Grundform ausgebildet. Indessen kömmt es doch nicht zur Ausbildung constanter Queraxen. Auch die übrigen Abweichungen von der haplopolen Monaxon-Form, welche im Canal-System und seinen Theilen vorkommen, sind ohne weiteres Interesse. Vielfach geht die Grundform in die völlig irreguläre, axenlose über *(Anaxonia)*.

3. Grundformen der Personen.

Auch die Grundform der Personen ist fast bei allen Kalkschwämmen, wie überhaupt bei den meisten Spongien, die ungleichpolige Einaxige *(Monaxonia diplopola)*. Fast immer ist nur die constante Hauptaxe oder Längsaxe deutlich ausgesprochen, deren einer (oraler) Pol durch die Mundöffnung, deren entgegengesetzter (aboraler) Pol durch das basale Ende der Person bestimmt wird. Constante Kreuzaxen dagegen fehlen. Diese diplopole Monaxon-Form ist schon bei der *Planula* und der *Gastrula* ausgesprochen, die sich aus dem Ei entwickelt. Sie findet sich ebenso bei dem *Olynthus* und fast bei allen anderen abgeleiteten Personen-Formen. Bisweilen geht dieselbe durch Compression des länglich-runden Körpers in die Grundform der Rhomben-Pyramide über, d. h. einer geraden Pyramide, deren Basis ein Rhombus ist (*Autopola orthostaura*, Gener. Promorph. p. 488). Durch die blattförmige Compression bilden sich nämlich zwei ungleiche, gleichpolige Kreuzaxen aus, welche von der ungleichpoligen Hauptaxe verschieden sind. Dahin gehören z. B. die Personen von *Ascandra cordata, Leucandra cataphracta, Sycandra utriculus.* Bei den Personen der Syconen scheint durch die „radiale Structur" der Magenwand, welche in Folge von strobiloider Knospung entsteht, eine höhere Grundform angedeutet zu

werden. „Das Zapfen-Ei oder die Strobiloid-Form“ von BRONN würde derselben entsprechen. Indessen kömmt es doch nicht zur Ausbildung constanter Kreuzaxen, welche erlaubten, die Syconen den eigentlichen „Strahlthieren“ (*Radiata* im Sinne von CUVIER) gleichzusetzen und demgemäss auf die Grundform der Kreuzaxigen (*Stauraxonia*) zu reduciren. Dagegen finden sich nicht selten, besonders bei den Leuconen, solche Personen, welche durch mehr oder weniger irreguläre Bildung in die axenlose Grundform (*Anaxonia*) übergehen. Am weitesten geht diese Rückbildung bei den lipostomen und lipogastrischen Formen unter den Leuconen, bei denen nicht allein die Mundöffnung, sondern auch die primitive Magenhöhle und damit die orientirende Hauptaxe verloren geht.

4. Grundformen der Stöcke.

Die Stöcke oder Cormen verhalten sich bei den Kalkschwämmen, und ebenso bei den meisten übrigen Spongien, gewöhnlich in promorphologischer Beziehung nicht anders als die Personen; d. h. auch bei den Cormen ist die herrschende Grundform die ungleichpolige Einaxige (*Monaxonia diplopola*). Auch hier kömmt es bisweilen durch blattförmige Compression des Stockes zur Ausbildung der Rhomben-Pyramide (*Autopola orthostaura*), so z. B. bei *Ascandra sertularia*, *Leucandra crambessa*, *Sycandra compressa*, am ausgezeichnetsten bei der letztgenannten Art. Viel häufiger aber wird die Grundform der Stöcke ganz irregulär, und geht in die Axenlose (*Anaxonia*) über.

II. Specielle Anatomie.

I. Histologie.

Die Gewebe der Kalkschwämme zerfallen sowohl vom anatomischen als vom biogenetischen Standpunkte aus in zwei gänzlich verschiedene Abtheilungen. Die erste Abtheilung umfasst die Producte des Entoderms oder des Gastralblattes, welches dem inneren, trophischen oder vegetativen Keimblatte der höheren Thiere entspricht. Bei der frei schwimmenden Flimmerlarve, welche bereits eine Magenhöhle besitzt (*Gastrula*), wird dasselbe durch eine Schicht von nicht flimmernden Zellen, bei den entwickelten Kalkschwämmen dagegen durch ein Flimmer-Epithelium repräsentirt, dessen Zellen zum grössten Theile nutritive Geisselzellen, zum kleineren Theile Geschlechtszellen (Spermazellen und Eizellen) sind. Die zweite

Abtheilung umfasst die Producte des Exoderms[1]) oder des Dermalblattes, welches dem äusseren, sensoriellen oder animalen Keimblatte der höheren Thiere entspricht. Bei der frei schwimmenden Flimmerlarve wird dasselbe durch eine einzige Schicht von Geisselzellen, bei dem entwickelten Kalkschwamme dagegen durch das Syncytium, d. h. durch eine Schicht von völlig verschmolzenen Zellen repräsentirt, in welcher sich die Kalk-Nadeln oder Spicula des Skelets bilden. Den durchgreifenden histologischen Gegensatz zwischen diesen beiden verschiedenen Abtheilungen der Gewebs-Elemente, welcher nicht allein für die Kalkschwämme, sondern für die Spongien überhaupt von der grössten morphologischen Bedeutung ist, hat zuerst Oscar Schmidt erkannt und in den „Spongien von Algier" mit folgenden Worten hervorgehoben: „Der den Schwammkörper bildenden Gewebselemente sind zwei Reihen. Die eine umfasst alle diejenigen, welche man als Sarcode zusammenfassen kann, womit auch die Forscher einverstanden sein dürften, welche mit Kölliker und Lieberkühn von einer ungeformten Sarcode nichts wissen wollen, sondern nur von einer äussersten Verschiebbarkeit der immer bis zu einem gewissen Grade selbstständig bleibenden zelligen Bestandtheile der Sarcode sprechen. Dahin gehören alle die Theile, welche als „contractiles Gewebe", „Gallertsubstanz", „Membranen", „Fasern" und „Fibrillen" bezeichnet worden sind. Die Functionen dieser „Sarcodesubstanz" habe ich im „ersten Supplemente der adriatischen Spongien" dargelegt; sie versieht unter andern die Stelle eines Bindegewebes, und sie allein ist für die Gestalt und den grösseren oder geringeren Grad der Festigkeit des Schwammkörpers massgebend. Ihre unerschöpfliche Wandelbarkeit ist zwar der Operation des systematischen Scheidens und Unterscheidens sehr unbequem, da aber die vielen Nüancen der Sarcodesubstanz in ihren Uebergängen verfolgt werden können, so ist sie für die andere Operation der Forschung, das Zusammenfassen und Erklären der Formen von höchster Wichtigkeit. Die der Beobachtung zugängliche Flüssigkeit der Formbildung erstreckt sich auch auf jene eigenthümlichen, der Sarcodesubstanz angehörigen Grundelemente, welche sich mit kohlensaurem Kalk, besonders aber mit Kieselerde in inniger Verbindung des Organischen mit dem Unorganischen incrustiren. Die zweite Reihe der Gewebselemente besteht aus den Zellen, für die Anhänger der Lieberkühn'schen Auffassung vorzüglich aus denjenigen Zellen, welche keine amoeboiden Bewegungen ausführen und nicht in contractiles Gewebe, Membranen etc. verschmelzen. Das grösste Contingent liefern die schüssel- oder röhrenförmigen

1) Den Terminus **Exoderm** gebrauche ich beständig statt des üblichen **Ectoderm** einfach aus dem Grunde, um der unaufhörlichen Verwechselung zwischen **Ectoderm** und **Entoderm** vorzubeugen. Fast in allen Schriften, in denen diese beiden Ausdrücke gebraucht werden, ist statt **Ectoderm** mehrmals **Entoderm** zu lesen, und umgekehrt. Es mag daran ebenso wohl das undeutliche Manuscript des Verfassers als die Unachtsamkeit des Setzers Schuld sein. Jedenfalls wird aber dieser sowohl wie jener leichter diese sinnstörende Verwechselung vermeiden, wenn statt **Ectoderm** das synonyme **Exoderm** gesetzt wird.

Wimperapparate (Röhrensubstanz KÖLLIKER's). So nothwendig die Kenntniss der Ausdehnung des Wimperepithels und überhaupt der „Zellensubstanz", tritt ihre Bedeutung für die Morphologie der Spongien doch zurück" [1]).

In diesen Sätzen hat O. SCHMIDT zum ersten Male den principiellen Gegensatz zwischen den beiden Hauptgruppen der Spongien-Gewebe richtig hervorgehoben. Jedoch unterliess es SCHMIDT, dieselben mit den entsprechenden beiden Gewebsreihen der Nesselthiere zu vergleichen und auf die beiden Keimblätter der höheren Thiere zurückzuführen. Diese Reduction wurde 1869 von mir durchgeführt, indem ich die innere, aus Geisselzellen und Sexual-Zellen zusammengesetzte Gewebsschicht der Spongien dem Entoderm, die äussere, aus dem Syncytium (Sarcodine) und den Spicula zusammengesetzte Gewebsschicht dem Exoderm der Nesselthiere verglich, und erstere mit dem inneren, letztere mit dem äusseren Keimblatte der höheren Thiere in Homologie stellte [2]).

A. Die Gewebe des Entoderms oder des Gastral-Blattes.

a. Die Geisselzellen.

Das Entoderm, das innere oder gastrale Blatt des Spongien-Körpers, besteht ursprünglich bei den Flimmerlarven aller Kalkschwämme aus einer Schicht von rundlichen, nicht flimmernden Zellen. Jedoch verwandeln sich diese flimmerlosen Zellen alsbald in Flimmerzellen, indem jede Zelle ein einziges langes bewegliches Haar, eine Geissel *(Flagellum)* herausstreckt. Ich habe diese Flimmer-Zellen Geisselzellen *(Cellulae flagellatae)* genannt, im Gegensatz zu den Wimperzellen *(Cellulae ciliatae)*, die sich durch den Besitz von zwei oder mehreren schwingenden Haaren, Wimpern *(Cilia)* unterscheiden. Demnach ist auch ganz allgemein das Flimmer-Epithelium *(Epithelium vibratorium)*, welches aus einer oder mehreren Schichten von Flimmerzellen *(Cellulae vibratiles)* besteht, entweder Geissel-Epithel *(Epithelium flagellatum)* oder Wimper-Epithel *(Epithelium ciliatum)*. Bei ersterem trägt jede Zelle ein einziges Flimmerhaar, bei letzterem zwei oder mehrere Flimmerhaare. Diese Unterscheidung der beiden Arten von Flimmerzellen, welche ich 1869 in meinen „Beiträgen zur Plastiden-Theorie" [3]) vorgeschlagen habe, ist gewiss schon desshalb gerechtfertigt und nicht ohne tiefere Bedeutung, weil bei allen Spongien, ferner bei *Hydra*, *Cordylophora* und vielleicht allen Hydroiden, das Flimmer-Epithel ausschliesslich Geissel-Epithel, niemals Wimper-Epithel ist. Diese Bedeutung tritt besonders hervor, wenn man die beiden Arten

1) O. SCHMIDT, Algier. Spongien, 1868, p. 34.

2) E. HAECKEL, Jenaische Zeitschr. f. Medic. und Naturw. 1869, Bd. V, p. 212.

3) E. HAECKEL, Die Identität der Flimmerbewegung und der amoeboiden Protoplasma-Bewegung. Jenaische Zeitschr. f. Medic. u. Naturw. 1869, Bd. V, p. 542.

von Flimmerzellen (die hier nur als partielle Bionten fungiren) mit den beiden Gruppen von Urthieren oder Protozoen vergleicht, bei denen dieselben als actuelle Bionten auftreten, den Flagellaten und Wimper-Infusorien. In der Classe der Flagellaten tritt die Geisselzelle, in der Classe der Ciliaten die Wimperzelle als actuelles Bion auf[1]).

Geisselzellen kommen bei den Kalkschwämmen und bei den Spongien überhaupt in drei verschiedenen Formen vor, welche eine sehr verschiedene Bedeutung haben, nämlich: 1) Nutritive Geisselzellen des Entoderms, welche durch ihre Flimmerbewegung die Wasserströmung im Canalsysteme hervorrufen; 2) Sexuelle Geisselzellen des Entoderms, welche sich in Zoospermien verwandeln und die Eier befruchten; 3) Locomotive Geisselzellen des Exoderms, welche das ganze äussere oder dermale Blatt der Flimmerlarven oder Planulae zusammensetzen und deren Ortsbewegung vermitteln. Die beiden ersteren Arten von Geisselzellen sind sehr oft verwechselt worden.

Die Geisselzellen der ersten Art, die nutritiven Epithelial-Zellen des Entoderms, welche uns hier zunächst interessiren, bilden bei allen Kalkschwämmen, wie überhaupt bei allen Spongien, in einem Theile des Canalsystems (selten in der ganzen Ausdehnung desselben) ein flimmerndes Epithelium, dessen Flimmerbewegung den ernährenden Wasserstrom durch den Schwammkörper leitet. Das Epithelium ist fast immer einschichtig, sehr selten mehrschichtig (bei einigen Asconen). Unter den Kalkschwämmen ist das Geissel-Epithel bei den Asconen überall oder fast überall auf der Innenfläche des Canalsystems zu finden; bei den Leuconen ist es auf einen Theil desselben, gewöhnlich auf einzelne „Flimmerkammern" beschränkt; bei den Syconen findet es sich nur in den Radial-Tuben; sowohl bei den Leuconen als bei den Syconen fehlt es an der Gastralfläche.

Die Flimmerbewegung bei Spongien und die langen dünnen Flimmerhaare, durch welche sie hervorgebracht wird, hat zuerst ROBERT GRANT vor 45 Jahren beschrieben. Er sah sie an der flimmernden Oberfläche der frei beweglichen Larven („Ciliated Ova") seiner *Spongia panicea* (= *Halichondria incrustans*, JOHNSTON). Jedoch erkannte er nicht die Zellen, auf denen die beweglichen Flimmerhaare aufsitzen. Auch erkannte er nicht die Flimmerhaare an der Innenfläche des Canalsystems bei den ausgebildeten Schwämmen, obwohl er die durch sie hervorgebrachte Strömung beobachtete und die Existenz von Flimmerhaaren als deren Ursache vermuthete[2]).

1) Diese Vergleichung ist selbstverständlich nur dann gerechtfertigt, wenn auch die Ciliaten den Formwerth einfacher Zellen haben, wie es von den Flagellaten unzweifelhaft ist. Die zuverlässigsten Arbeiten der neuesten Zeit haben aber die von SIEBOLD und KÖLLIKER aufgestellte, vielfach bestrittene Theorie von der „Einzelligkeit" der Infusorien eher gestützt, als erschüttert.

2) ROBERT GRANT, Observations on the Sponge etc.; Edinburgh New Philosoph. Journ. Vol. II. 1827, p. 121.

Später (1841) fand FELIX DUJARDIN beim Zerzupfen von Spongillen zwischen den amoebenartigen Sarcode-Stücken ihres Körpers auch solche, welche mit langen, äusserst dünnen Flimmerhaaren bedeckt waren, und welche er den „Monaden“ vergleicht[1]).

Die erste bestimmte Mittheilung über Geisselzellen von Spongien gab 1851 HUXLEY in seinem Aufsatze über die Anatomie des corticaten Kieselschwammes *Tethya*. Er fand unter der Rindenschicht, in der körnigen inneren Körpermasse, eine Menge von kleinen Zellen, von denen jede einen langen, dünnen, fadenförmigen Fortsatz ausstreckte. Er hält diese Geisselzellen für Spermatozoen; der „Kopf“ des Spermatozoon wird durch den länglich-runden oder fast dreieckig zugespitzten Zellenkörper, der „Schwanz“ des ersteren durch den langen, fadenförmigen, beweglichen Fortsatz des letzteren gebildet. Da HUXLEY ausserdem keine Geisselzellen bei *Tethya* beschreibt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass diese „Spermatozoen“ die eigentlichen nutritiven Geisselzellen waren. Jedoch bleibt immerhin die Möglichkeit bestehen, dass auch wirkliche Zoospermien darunter waren[2]).

Im folgenden Jahre (1852) wurden bewegliche Flimmerhaare (aber noch nicht die ganzen Flimmerzellen) im Inneren von Kalkschwämmen (Syconen), erst von DOBIE[3]) und dann von BOWERBANK[4]) beobachtet. Der letztere fand auf longitudinalen und transversalen Schnitten von Syconen Hohlräume, welche mit Zellen ausgekleidet waren, und unter diesen schien hin und wieder eine zu flimmern. Er konnte jedoch nicht sicher unterscheiden, ob die Flimmerhaare von den Zellen selbst oder zwischen ihnen ihren Ursprung nahmen. Später beschreibt BOWERBANK in den „British Spongiadae“ die Geisselzellen der Syconen (bei *Sycandra compressa*) als „tessellated nucleated cells, which have each a long attenuated and very slender cilium at its outer end. They are oval in form and have a distinct nucleus“ (l. c. Vol. I, p. 129; Pl. XXI, Fig. 314).

---

1) FELIX DUJARDIN, Organisation des Eponges. Histoire nat. des Zoophytes. 1841. p. 305.

2) HUXLEY, Spermatozoa of Tethya (Annals and Mag. of nat. hist. 1851, Vol. VII, p. 372). „The granular uniting intermediate substance is composed entirely of small circular cells about $\frac{1}{3300}$th of an inch in diameter, and of Spermatozoa in every stage of development from those cells. The cell throws out a long filament which becomes the tail of the Spermatozoon, and becoming longer and pointed forms, itself, the head. The perfect spermatozoa have long, pointed, somewhat triangular heads about $\frac{1}{3000}$th of an inch in diameter, with truncated bases, from which a very long filiform tail proceeds. It is remarkable that the ova are in no way separated from the spermatozoa, but lie imbedded in the spermatic mass like eggs packed in sand.“

3) WILLIAM MURRAY DOBIE, Note of the observation of cilia in *Grantia* (GOODSIR'S Annals of Anat. and Physiol. No. II. 1852, p. 127 — 128. — Second notice on cilia in two species of *Grantia*. Ibid. p. 129 — 137). Ich habe diese beiden Notizen nicht selbst vergleichen können.

4) BOWERBANK, On ciliary action in Spongiadae. Transactions of the Microscop. Society, Vol. III, 1852, p. 137—142.

Die oft wiederkehrende Verwechselung der nutritiven Geisselzellen mit den sexuellen, männlichen Geisselzellen der Spongien, den Spermazellen, findet sich unzweifelhaft auch in dem Aufsatze von CARTER (1854) über die Zoospermien in *Spongilla* [1]). Derselbe beschreibt hier verhältnissmässig grosse amoeboide Zellen, deren jede einen langen, sehr beweglichen, geisselförmigen Fortsatz ausstreckte. Da die Anwesenheit anderer Flimmerzellen ausdrücklich geleugnet wird, so waren diese angeblichen Zoospermien wahrscheinlich nutritive Geisselzellen (vielleicht auch Infusorien, wie LIEBERKÜHN meint). Jedenfalls waren sie viel grösser als die wahren Zoospermien.

LIEBERKÜHN, welcher wohl als der eigentliche Entdecker der sexuellen Differenzirung der Spongien, der Zoospermien und der Eier zu betrachten ist, beschrieb 1856 bei *Spongilla* [2]) zuerst die „zoospermartigen Körperchen" oder Spermatozoiden (l. c. p. 17), später die nutritiven Geisselzellen (l. c. p. 497). Von letzteren fand er an zerfaserten Spongillen-Stücken: „1) einzelne Wimperzellen, jede mit einer langen dünnen Wimper versehen, welche noch eine Zeit lang hin und her schwingt; die Zelle der Wimper ist etwas grösser als der Kopf der als Spermatozoiden beschriebenen Gebilde, während der Schwanz der letzteren dicker und länger ist; in den Wimperzellen unterscheidet man meist einen Kern; 2) die von DUJARDIN abgebildeten Stücke, welche amoebenartige Bewegungen zeigen und zugleich jene Zellen besitzen; 3) Spongillenstücke, welche von der Grösse einer grossen Schwammzelle sind und in ihrem Inneren eine runde Höhlung besitzen, die vollständig mit einer einfachen Lage von Wimperzellen bedeckt ist; die feinen Wimpern dieser Zellen ragen nach dem Mittelpunkt der Höhlung hinein und bewegen sich noch lange Zeit" (l. c. p. 498). Diese letzteren hat dann LIEBERKÜHN nachher als „Wimper-Apparate" oder „Wimper-Organe" von *Spongilla* ausführlicher beschrieben; sie entsprechen unseren „Geisselkammern". Er fand dieselben später auch bei den Kalkschwämmen wieder [3]).

OSCAR SCHMIDT fand die „Wimperzellen" in den „Wimperapparaten" oder „Wimperkörben" der verschiedensten Spongien-Gruppen wieder: Halisarken, Hornspongien, Kieselspongien, Kalkspongien [4]).

KÖLLIKER sagt über die Flimmerzellen der Schwämme: „Ich kenne die Flimmerzellen von der Gattung *Dunstervillia* und *Nardoa*, bei denen sie eine birnförmige Gestalt, eine Grösse von 0,0015''' und eine wenigstens 3mal so lange Wimper zeigen.

1) CARTER, Zoosperms in Spongilla. Annals and Mag. of nat. hist. 1854, Vol. XIV, p. 334.

2) LIEBERKÜHN, Entwickelungsgeschichte der Spongillen. Archiv für Anat. und Phys. 1856, p. 1, 399, 496.

3) LIEBERKÜHN, Beiträge zur Anatomie der Spongien. Archiv für Anat. und Phys. 1857, p. 384. Ibid. 1859, p. 381.

4) O. SCHMIDT, Adriat. Spong. I. Supplem. 1864, p. 5.

Den noch von Niemand erwähnten Kern glaube ich hier sicher zu sehen, doch erfüllt derselbe den breiteren Theil der Zelle ganz oder fast ganz" [1]). Uebrigens hatte den Kern, wie bereits oben angeführt ist, LIEBERKÜHN schon sieben Jahre früher erwähnt.

Die ausführlichste Beschreibung der nutritiven Flimmerzellen der Spongien hat JAMES-CLARK 1866 von einem Kalkschwamme [2]), und kürzlich (1872) von einer Spongilla [3]) gegeben, allerdings von einer Deutung begleitet, welche an das Absurde grenzt. Der Kalkschwamm, dessen Flimmerzellen JAMES-CLARK beschreibt (— der einzige, den er kennt —), ist *Ascortis fragilis*, H. (von ihm irrthümlich für *Leucosolenia* [= *Ascaltis*] *botryoides* gehalten). Er erklärt jede Geisselzelle für ein „flagellates Infusorium", eine Monade, und unterscheidet daran einen länglich-runden Körper, welcher einen Kern und zwei „contractile Blasen" einschliesst, und einen trichterförmigen durchsichtigen Kragen („Collar"), welcher die Basis der Geissel („Flagellum") umgiebt. Das einzige Neue in der sehr breiten Beschreibung der Zelle ist die Entdeckung des Kragens („Collar"); dafür hat aber JAMES-CLARK unbegreiflicherweise den Kern gar nicht gesehen; oder vielmehr, er scheint ihn in der Geisselzelle der *Spongilla* gesehen zu haben, hält ihn aber für den Querschnitt des Kragens, wie aus der letzten Abbildung hervorzugehen scheint (Annals and Mag. 1872, Pl. XI, Fig. 2). Die einfachen Zellen sind aber für diesen Autor keine „Zellen", sondern die Köpfe eines vielköpfigen Individuums, welche den mit Tentakeln versehenen Polypenköpfen entsprechen! (l. c. p. 76).

Im letzten Jahre hat CARTER die Entdeckung des Kragens an den Geisselzellen der Spongien bestätigt und sich auch insofern der Auffassung derselben von JAMES-CLARK angeschlossen, als auch er jede einzelne Geisselzelle für ein selbstständiges Thier, und zwar für „das eigentliche Schwammthier" hält („Sponge-cell-animal") [4]). Indessen besitzt seine Deutung doch den Vorzug, den Geisselzellen ihre Zellen-Natur zuzugestehen. Auch constatirt er die Anwesenheit eines Nucleus (den JAMES-CLARK nicht kennt), und beschreibt die amoeboiden Form-Veränderungen der Geisselzellen, welche ich schon früher bei norwegischen Kalkschwämmen beobachtet und beschrieben hatte.

---

1) A. KÖLLIKER, Icones histologicae, I. Heft. 1864, p. 50.

2) JAMES-CLARK, On the Spongiae ciliatae as Infusoria flagellata, American Journal of Science, 1866; Memoirs Boston Soc. nat. hist. 1867, Vol. I, pt. III, p. 21.

3) JAMES-CLARK, On the American Spongilla as a craspedote flagellate Infusorian. Annals and Mag. of nat. hist. 1872, Vol. IX, p. 71.

4) CARTER, Confirmation of Prof. JAMES-CLARK'S Discovery of the „Collar" round the Cilium of the Sponge-Cell. Annals and Mag. of nat. hist. 1871, Vol. VIII, p. 6.

Structur der Geisselzellen.

Die nutritiven Geisselzellen des Entoderms verhalten sich nach meinen Beobachtungen nicht allein bei allen Kalkschwämmen, sondern bei allen Spongien überhaupt, so einförmig, und stimmen in allen wesentlichen Verhältnissen, an sich betrachtet, so sehr überein, dass die Beschreibung einer Species für alle gelten kann. Die Geisselzellen der Schleimschwämme, Hornschwämme und Kieselschwämme, welche ich beobachtet habe, sind nicht wesentlich von denjenigen der Kalkschwämme verschieden, und bei diesen letzteren bieten die Geisselzellen der Asconen keine wesentliche Verschiedenheit von denjenigen der Leuconen und Syconen dar. Dies Alles gilt von der Form und Structur der Geisselzellen an sich, während in Bezug auf ihre Lagerung und Vertheilung im Gastrovascular-System mancherlei Verschiedenheiten vorkommen.

Die nutritiven Geisselzellen sind, wie alle Zellen der Spongien, Primordial-Zellen oder nackte Zellen, ohne Membran. Sie bestehen nur aus zwei wesentlichen und niemals fehlenden Bestandtheilen, dem Zellstoff *(Protoplasma)* und dem Kern *(Nucleus)*. Die Form ist äusserst veränderlich, wegen der automatischen Beweglichkeit des Protoplasma. Sie kann kugelig, birnförmig, cylindrisch, sternförmig werden je nach den verschiedenen, gleich zu erörternden Contractions-Zuständen. (Vergl. Taf. 1, Fig. 8; Taf. 25, Fig. 5, 6; Taf. 41, Fig. 7 etc.)

Die Grösse der Geisselzellen ist, abgesehen von den durch die Form-Veränderungen bedingten Dimensions-Aenderungen, sehr constant, und bei allen Kalkschwämmen fast dieselbe. Es beträgt nämlich der Durchmesser der Zelle (exclusive der Geissel) in gleichmässig ausgedehntem (subsphärischen oder würfelförmigen) Zustande fast immer 0,006—0,008, derjenige ihres Nucleus 0,003—0,004 Mm. Die Grössen-Extreme schwanken bei den Geisselzellen zwischen 0,005 und 0,009, bei ihren Kernen zwischen 0,002 und 0,005 Mm. Gewöhnlich ist der Kern ungefähr halb so gross, als die Zelle, oft auch nur ein Drittel oder kaum ein Viertel so gross; selten ist er noch kleiner; bisweilen wird aber sein Durchmesser grösser als zwei Drittel des Zellen-Durchmessers. Wenn die Geisselzelle (unter gewissen Bedingungen) sich ausserordentlich verlängert, so kann sie 0,01—0,012 Mm. Länge, bei nur 0,003—0,004 Mm. Dicke erreichen.

Der Nucleus der Geisselzelle ist gewöhnlich kugelig oder weicht nur sehr wenig von der Kugelform ab; bisweilen ist er ellipsoid, der längere Durchmesser um die Hälfte etwa grösser als der kürzere; seltener ist er sphäroid, abgeplattet, oder unregelmässig polyedrisch, mit abgerundeten Kanten. Da die Lichtbrechung des Kernes von derjenigen des Protoplasma wenig verschieden ist, so ist er an der lebenden Zelle oft schwer wahrzunehmen; viele Beobachter haben ihn vermisst, so namentlich auch JAMES-CLARK, der doch so anhaltend und mit so starken Ver-

grösserungen die Geisselzellen untersucht hat. Dennoch habe ich den Kern in vielen Fällen (bei Asconen, Leuconen und Syconen) auch an den lebenden flimmernden Zellen, sogar in situ, an der Innenfläche der Canal-Wand deutlich gesehen. An Weingeist-Präparaten ist der Kern meist ohne Weiteres deutlich zu sehen, in jedem Falle nach Einwirkung von verdünnter Essigsäure. Ebenso tritt er nach Färbung des Epitheliums mit Carmin, Jod u. s. w. stets deutlich und scharf hervor, da er durch diese Reagentien dunkler gefärbt wird als das Protoplasma. Der Contour ist scharf umschrieben, glatt oder etwas körnig (oft fast gezähnelt). In der Substanz des Kernes sind gewöhnlich mehrere, sehr kleine, dunkle Körnchen sichtbar, sowie constant ein Kernkörperchen *(Nucleolus)*. Letzteres erreicht selten über 0,001 Mm. Durchmesser; gewöhnlich ist es kaum halb so gross, kugelig oder polyedrisch.

Das Protoplasma der Geisselzellen besitzt die gewöhnlichen Eigenschaften des reinen Zellstoffs, färbt sich durch Carmin roth, durch Jod gelb u. s. w., und zwar weniger intensiv als der Kern. Auch mit der stärksten Vergrösserung betrachtet erscheint dasselbe an der lebenden Geisselzelle völlig structurlos, farblos, hyalin. Jedoch kann man an den todten Geisselzellen, besonders an solchen, welche mit dem lebenden Schwamme unmittelbar in starken Weingeist gesetzt waren, oft deutlich eine concentrische Schichtung wahrnehmen, indem um den Kern herum feine concentrische Ringlinien sich mehr oder weniger bemerkbar machen.

In die hyaline contractile Grundsubstanz des Protoplasma ist constant eine geringere oder grössere Menge von kleinen dunkeln Körnern eingebettet, welche gewöhnlich um den Kern herum angehäuft sind. An der lebenden Geisselzelle bleibt, so lange sie in situ flimmert, stets eine dünne Rindenschicht von diesem Körnchen-Inhalt frei, so dass man mehr oder weniger deutlich eine äussere structurlose Rindensubstanz von einer inneren körnigen Marksubstanz unterscheiden kann. Die äussere Rindensubstanz *(Exoplasma)* ist völlig hyalin, etwas fester, wasserärmer, stärker lichtbrechend und enthält gar keine Körnchen. Die innere Marksubstanz *(Endoplasma)* ist körnig, etwas weicher, wasserreicher, schwächer lichtbrechend und enthält die Granula, sowie auch eventuell die gleich zu erwähnenden Vacuolen. So deutlich sich die beiderlei Substanzen auch oft von einander scheiden, so sind sie dennoch niemals scharf getrennt, gehen vielmehr ohne bleibende Grenzschicht in einander über, ganz ähnlich wie die hyaline Rindensubstanz und die körnige Marksubstanz des Infusorien-Körpers.

Die innere Marksubstanz oder das *Endoplasma* allein ist Träger des körnigen Inhalts der Geisselzellen; sie allein nimmt von aussen die Pigment-Körner und Wassertropfen (Vacuolen) auf. Sie allein ist bei den gefärbten Kalkschwämmen Träger der Pigmente (abgesehen von denjenigen Pigmenten, die auch im Syncytium des Exoderms vorkommen können).

Was die Natur dieser Körner, der *Granula endoplasmatica*, betrifft, so ist dieselbe, wie gewöhnlich, sehr schwer zu bestimmen, besonders bei ihrer sehr geringen Grösse, welche selten bis gegen 0,001 Mm. steigt, noch seltener dies geringe Mass übertrifft. Ein Theil der Granula scheint stets fettiger Natur, ein anderer Theil eiweissartiger zu sein; dazu kommen noch die von aussen aufgenommenen Nahrungs-Bestandtheile; ferner bei vielen Arten von Kalkschwämmen specifische Pigmentkörner und andere Producte des Stoffwechsels.

Die Vacuolen in den Geisselzellen der Kalkschwämme sind zuerst von James-Clark (1866 l. c.) gesehen, für contractile Blasen, gleich denen der Infusorien erklärt, und in ihrer Bedeutung sehr überschätzt worden. James-Clark behauptet, dass jede Geisselzelle constant zwei contractile Blasen enthalte, welche nahe bei einander ungefähr in der Mitte des Körpers liegen, kugelig sind, und $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$ von dem Durchmesser des Zellenkörpers erreichen; in jeder Minute sollen sie sich zweimal pulsirend zusammenziehen. Da dieser Beobachter den Nucleus der Geisselzellen überhaupt nicht erwähnt, so liegt der Argwohn nahe, dass er diesen für eine „contractile Blase" gehalten habe. Allerdings kommen nicht selten auch zwei contractile Vacuolen in den Geisselzellen der Kalkschwämme vor; viel häufiger habe ich jedoch nur eine einzige, und am häufigsten gar keine Vacuole gefunden; bisweilen kommen mehrere, drei bis sechs (sehr selten noch mehr) vor, welche dann an Grösse sehr ungleich sind. Was nun die Natur dieser Vacuolen anlangt, so sind sie ohne Zweifel gleichwerthig den wassererfüllten Hohlräumen, welche auch im Protoplasma vieler anderer Zellen auftreten und welche in grösserer Anzahl das letztere oft ganz „schaumig" machen. Keineswegs sind dieselben aber als constante Organe anzusehen, wie James-Clark will. Sie haben keine constante Lagerung, wie letzterer behauptet. Vielmehr treten sie an wechselnden Stellen, bald hier, bald dort auf. Eine besondere Membran fehlt ihnen ganz entschieden. Jede „contractile Blase" ist weiter Nichts als ein einfacher Wassertropfen, dessen „Wand" die contractile Marksubstanz des Protoplasma ist. Wie die Geisselzelle an ihrer gastralen, dem Canalsystem zugewandten Fläche feste, geformte Körperchen aufnimmt oder „isst", so verschluckt sie auch Wassertropfen, sie „trinkt"; die Protoplasma-Schicht, welche diese unmittelbar umgiebt, zieht sich rhythmisch zusammen und treibt dadurch die Wasser-Molekeln zwischen ihre eigenen Molekeln hinein; dann dehnt sie sich wieder aus, und die Wasser-Molekeln treten wieder in dem vergänglichen Hohlraume zu einem Tropfen zusammen. Wenn man ununterbrochen eine solche Geisselzelle mit einer oder zwei pulsirenden Vacuolen längere Zeit hindurch beobachtet, so sieht man erstens, dass diese Pulsation sehr irregulär, und keineswegs regelmässig ist (zweimal in einer Minute, wie James-Clark angiebt); und dann sieht man zweitens, dass auch die Lage, Grösse und Form der Vacuolen keineswegs constant ist. Gewöhnlich liegen sie unmittelbar dem Kern an; aber bald daneben, bald darüber,

bald darunter; meist sind sie kugelig, oft aber auch ellipsoid; kurz, sie sind variabel, wie es solche Vacuolen im Protoplasma überhaupt sind. Es fehlt ihnen die Constanz, das einzige wesentliche Merkmal, durch welches sich die „contractilen Blasen" der Amoeben, Infusorien u. s. w. von den vergänglichen Vacuolen unterscheiden [1]).

Die äussere Rindensubstanz der Geisselzellen oder das *Exoplasma* ist im Gegensatze zu dem körnigen Endoplasma ganz wasserhell, farblos, ziemlich fest, eminent contractil, und giebt durch ihre mannichfach wechselnde Oberflächen-Bildung der ganzen Geisselzelle ihre characteristische Gestalt. Sie enthält weder Körner, noch Vacuolen oder contractile Blasen. Von ihr geht auch der Geisselfortsatz aus. Gewöhnlich überzieht das Exoplasma an den lebenden, in situ befindlichen Geisselzellen, welche als einschichtiges Epithel die Hohlräume des Canalsystems ganz oder theilweise auskleiden, den basalen Theil der Geisselzelle, welcher auf dem Syncytium ruht, und die Seitenflächen, welche den benachbarten Geisselzellen zugewendet sind, nur als eine sehr dünne Schicht. An derjenigen Fläche dagegen, welche frei dem Canal-Lumen zugewendet ist, und aus deren Mitte die schwingende Geissel entspringt, bildet das Exoplasma scheinbar einen verdickten hyalinen Saum, in der That aber einen tieferen oder flacheren Trichter, welcher kragenartig den Basaltheil des Flagellum umgiebt (bei den Asconen z. B. Taf. 1, Fig. 8a—d; Taf. 13, Fig. 3i; bei den Leuconen Taf. 25, Fig. 5; bei den Syconen Taf. 41, Fig. 7).

Die Verhältnisse dieses Geissel-Kragens sind zuerst von James-Clark 1866 (l. c. p. 21) und ausführlicher von Carter 1871 beschrieben worden (l. c. p. 9—13; Pl. I—II, Fig. 13—31). Der letztere unterscheidet an den Geisselzellen den eigentlichen Zellenkörper (kugelig, mit einem Kern und contractilen Blasen), und an seiner freien Fläche den Schnabel *(„Rostrum")*, auf welchem die Geissel *(„Cilium")* und der dieselbe umgebende Kragen *(„Collare")* aufsitzt. Wir wollen für letzteren die Bezeichnung Collare beibehalten, den Theil aber, welchen Carter unpassend als „Rostrum" bezeichnet, lieber Hals, Collum nennen [2]).

---

1) Ueber das Verhältniss der „contractilen Blasen" zu den „Vacuolen" vergl. meinen Aufsatz über die Catallacten (Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. 1871, Band VI, p. 14; und Biolog. Studien, I. Heft, p. 152).

2) Carter, Annals and Mag. of nat. hist. 1871, Vol. VIII, p. 9. The monociliated Sponge-Cell is „globular in form, composed of a plastic exterior (= *Exoplasma*, H), enclosing granuliferous mucus or protoplasm (= *Endoplasma*, H.), a nucleus and contracting vesicles (= *Vacuolae*, H.), besides, perhaps, other organs, at present unknown; having at one part a non-granular portion, which is extensible. This part, which we will call the rostrum (= *Collum*, H.), is polymorphic and protrusible, as in Difflugia, and frequently assumes different shapes, but especially a cylindrical one rounded at the free end, from the summit of which convexity the cilium (= *Flagellum*, H.) proceeds, and from around its base a funnel-shaped delicate film like a fringe or frill, which, with Prof. James-Clark, „we shall call the Collar" (= *Collare*, H.).

Das genauere Verhalten dieser einzelnen Theile ist nun folgendes. Der Hals der Geisselzellen („*Collum*“, = *Rostrum* von CARTER) ist ein hyaliner cylindrischer Fortsatz des Exoplasma, welchen die Geisselzelle an der, ihrer basalen Anheftungsfläche entgegengesetzten Seite hervorstreckt. Dieser Fortsatz ist solid, und eigentlich weiter nichts, als eine locale scheibenförmige Verdickung des Exoplasma. Gewöhnlich ist dieselbe nicht beträchtlich, so dass der „Hals“ in der Profilansicht der Zelle nur als ein hyaliner „Randsaum“ erscheint; der Durchmesser der Grundfläche des Cylinders ist viel kleiner als die Länge seiner Axe. Seltener, und nur unter gewissen Verhältnissen, ist das Grössen-Verhältniss umgekehrt, und der „Hals“ springt beträchtlicher vor (Taf. 1, Fig. 8, c, d; Taf. 25, Fig. 5; Taf. 48, Fig. 6; CARTER l. c. Fig. 13 b, Fig. 15 a, Fig. 25, 28, 30). Seine Grösse ist sehr veränderlich, je nach dem Contractions-Zustande.

Aus dem Mittelpunkte der kreisrunden freien Grundfläche des cylindrischen „Halses“ erhebt sich die Geissel *(Flagellum)*, ein langer, dünner, beweglicher Faden von Protoplasma. Derselbe entspringt mit kegelförmig verdickter Basis, bleibt dann aber gleichmässig dick im grössten Theile seiner Länge, bis er in die unmessbar feine Spitze ausläuft. Die Länge der Geissel beträgt gewöhnlich 0,02 — 0,03 Mm., also das Dreifache oder Vierfache von dem Durchmesser des Zellenkörpers. Nicht selten aber finden sich Geisseln von viel bedeutenderer Länge: 0,04—0,06 Mm. Sehr oft sind die Geisseln auch kürzer, 0,01 Mm. oder noch weniger lang. Die Geissel führt in der Regel wellenförmige Bewegungen aus, oft von so mässiger Geschwindigkeit, dass man deutlich die peitschenförmigen Biegungen des Haares verfolgen kann.

Der Kragen *(Collare)*, welcher die Basis der Geissel umgiebt, besteht aus einer dünnen blattförmigen Lamelle des Exoplasma, welche sich in Form eines hohlen Cylinders oder Trichters von der Peripherie der freien Grundfläche der Geisselzelle erhebt. Nur an der Basis, wo derselbe von der letzteren aufsteigt, ist er einigermassen dick, wird dann aber gleich unmessbar dünn. Form und Grösse dieses Kragens sind sehr veränderlich. An den lebenden Geisselzellen, welche in situ an der Innenfläche des Canalsystems beobachtet wurden, habe ich den Kragen meistens cylindrisch gefunden (Taf. 1, Fig. 8, A, B; Taf. 13, Fig. 3 i; Taf. 25, Fig. 5). Der Cylinder ist meistens ungefähr ebenso dick als hoch, oft niedriger (Taf. 29, Fig. 2 i); selten höher (Taf. 1, Fig. 8 d). Bisweilen nimmt er die Form eines abgestutzten Kegels an, indem sein Durchmesser an dem freien Rande weniger beträgt, als an der aufsitzenden Basis. Häufiger wird er trichterförmig, so dass umgekehrt der basale Durchmesser kleiner ist als derjenige der weit geöffneten Mündung. Die haarfeine Randlinie der letzteren erscheint meistens glatt, bisweilen fein gezähnelt, oder in unregelmässige Fortsätze ausgezogen.

Wenn man die Basis des Kragens möglichst genau mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen (1200 — 1600) betrachtet, so gewinnt man den Eindruck, dass der

Kragen ebenso wie die Geissel eine unmittelbare Fortsetzung des verdickten Exoplasma-Stückes ist, welches den „Hals" bildet. Da sowohl der dünne Geissel-Faden, als die dünne Kragen-Lamelle an ihrer Basis ein wenig verdickt sind, so muss die freie Fläche des Halses zwischen Geissel und Kragen eine ringförmige Vertiefung besitzen, wo das Exoplasma dünner ist. In dieser Vertiefung scheint das „Verschlucken" der festen geformten Körperchen stattzufinden, welche durch den Strudel, den die Geissel-Bewegung erzeugt, in den cylindrischen oder konischen Hohlraum des Kragens hineingewirbelt werden. Dieses Verschlucken fester Körperchen, ihre Aufnahme in das körnige Innere, das „Endoplasma" der Zelle, geschieht ebenso wie bei anderen flagellaten und amoeboiden Zellen. Es existirt dafür keine constante „Mundöffnung", kein „Zellenmund"; sondern die festen Körperchen werden an wechselnden Stellen, und zwar an den Punkten des geringsten Widerstandes, durch die Contractionen der dünnen Exoplasma-Lamelle in das Endoplasma hineingedrückt. Allerdings hat JAMES-CLARK behauptet, dass für diese „Nahrungs-Aufnahme" der Monaden eine praeexistirende und constante Mundöffnung vorhanden sei. Allein er hat diese nicht gesehen, und folgert ihre Existenz bloss daraus, dass die „nächstverwandten Monaden" (Salpingoeca, Anthophysa und andere Flagellaten) einen Mund besitzen sollen. Diese „Monaden" aber sind nach ihm desshalb nächste Verwandten der flagellaten Spongien-Zellen, und die Spongien sind desshalb „Infusoria ciliata", weil ihre Geisselzellen dieselbe Structur und dieselben Lebenserscheinungen zeigen sollen, wie jene „Monaden". Wie ich schon oben bemerkte, ist diese Behauptung von JAMES-CLARK eine offenbare *Petitio principii*, wie solche in der Logik nicht erlaubt ist, in der Zoologie aber leider zu den alltäglichen Erscheinungen gehört.

Dass die Geisselzellen der Spongien nicht bloss innerhalb des Kragens an der Geissel-Basis, sondern auch an anderen Stellen ihrer Körper-Oberfläche feste Körperchen aufnehmen, also „essen", und durch Verschlucken von Wassertropfen „Vacuolen" bilden, also „trinken" können, habe ich schon 1869 während meines Aufenthaltes an der norwegischen Küste bei denjenigen Geisselzellen (von *Ascetta coriacea* und *Ascandra variabilis*) beobachtet, deren Uebergang in amoeboide Zellen ich daselbst direct nachwies. CARTER hat später (1871) diese Beobachtungen vielfach wiederholt und bestätigt. Ich werde auf die Bedeutung dieser „Nahrungs-Aufnahme" nachher (in dem Abschnitt über „Ernährung") zurückkommen.

Formzustände und Lagerung der Geisselzellen.

Die Formveränderungen der nutritiven Geisselzellen, und namentlich ihren Uebergang in amoeboide Zellen von der mannichfachsten Gestalt, werde ich später (in dem Abschnitt über „Bewegung") noch erörtern, und will hier nur ein paar Worte über diejenige Form der Geisselzellen hinzufügen, welche man gewöhnlich bei den lebenden Zellen in situ an der Innenfläche des Canalsystems beobachtet. Diese

Form ist zum Theil abhängig von ihrer Lagerung und von dem Contractions-Zustande, welchen das Syncytium des Exoderm im Momente der Beobachtung zeigt. Je nachdem nämlich das Syncytium stark contrahirt oder mässig erschlafft ist, sitzen die Geisselzellen an seiner canalen Fläche eng beisammen oder sind durch Zwischenräume getrennt.

Wenn die Sarcodine des Syncytium sich nicht in contrahirtem, sondern in relaxirtem, mehr oder weniger schlaffem Zustande befindet, so stehen die Geisselzellen des Entoderms nicht in unmittelbarem Contact, sondern sind durch kleine Zwischenräume getrennt. Ohne ihre Nachbarn zu berühren, sitzt jede Geisselzelle frei auf der Canalfläche des Syncytium auf (Taf. 1, Fig. 7; Taf. 29, Fig. 2; Taf. 41, Fig. 9). Von der Fläche betrachtet, erblickt man ein Epithelium, dessen Zellen stark verdickte Wände zu besitzen oder durch ein wenig hyaline Intercellular-Substanz getrennt zu sein scheinen. Diese scheinbaren Wände oder Balken von Zwischensubstanz sind aber nichts Anderes als die (von Seewasser ausgefüllten) Lücken zwischen den Zellen, die mit abgerundeter Basis dem Syncytium aufsitzen. Jede Zelle dehnt sich nach allen Richtungen ziemlich gleichmässig aus und nimmt eine kugelige oder subsphärische Gestalt an; oft hat sie aber auch die Gestalt eines Würfels oder eines irregulären Polyeders mit abgerundeten Kanten. Der Hals erscheint gewöhnlich sehr kurz und der Kragen niedrig.

Wenn dagegen die Sarcodine des Syncytiums sich mehr oder weniger stark contrahirt, so treten die benachbarten Zellen in Berührung und platten sich an den Berührungsstellen durch gegenseitigen Druck mehr oder weniger ab. Bei stärkerer Contraction werden sie völlig polyedrisch, bald regelmässig, bald unregelmässig (z. B. Taf. 13, Fig. 2). Von der Fläche betrachtet, hat man jetzt das Bild eines gewöhnlichen Epithels mit scharfen polygonalen Zellen-Grenzen. Bisweilen sind die Polygone regelmässige Hexagone. Im Profil betrachtet, erscheinen die Geisselzellen, welche nunmehr eigentlich prismatische Form haben, gewöhnlich länger als dick (oft 3—4mal so lang als dick); Hals und Trichter sind meistens verlängert (Taf. 25, Fig. 3, 4); bisweilen aber auch bis zum Verschwinden verkürzt (Taf. 8, Fig. 14). Ist die gegenseitige Compression der Geisselzellen nur gering, so weichen sie nur wenig von der ursprünglichen, subsphärischen oder würfelförmigen Gestalt ab (Taf. 13, Fig. 3).

In Bezug auf die Verbreitung des Geissel-Epithels im Canalsystem verhalten sich die drei Familien der Kalkschwämme verschieden. Bei den Asconen kleidet dasselbe fast die ganze Innenfläche des Canalsystems, d. h. der Magenröhren aus, oder mindestens den grösseren Theil derselben. Bei den Leuconen ist die Magenfläche und gewöhnlich auch der grössere Theil von der Innenfläche der verästelten Canäle ohne Geissel-Epithel, und dasselbe beschränkt sich auf den kleineren Theil derselben, oder selbst nur auf die „Geisselkammern" (oder „Wimperkörbe"). Bei den Syconen endlich ist ebenfalls die Magenfläche von Geissel-Epithel frei, und dasselbe kleidet bloss die Innenfläche der Radial-Tuben aus.

Fast immer ist das Geissel-Epithel der Kalkschwämme einfach, nur in einer einzigen Schicht gelagert; eine Ausnahme hiervon bilden nur einige „specifische Varietäten" von einzelnen Ascon-Arten, wo das Entoderm sich durch ein geschichtetes Geissel-Epithel verdickt. Dies ist der Fall bei *Ascetta primordialis*, var. *loculosa* (System p. 17), bei *Ascetta clathrus*, var. *maeandrina* und var. *clathrina* (System p. 31); ferner bei *Ascaltis canariensis*, var. *papillata* (System p. 52), und bei *Ascaltis Lamarckii*, var. *intestinalis* (System p. 60). Bei den ersteren beiden Arten bildet das geschichtete Geissel-Epithel blattförmige Scheidewände innerhalb der Magenröhren (endogastrische Septa); bei den letzteren beiden Arten bildet dasselbe papillöse Wucherungen, Darmzotten ähnlich. Bei diesem geschichteten Geissel-Epithel besteht bloss die oberflächlichste Lage aus den gewöhnlichen Geisselzellen, während die darunter liegenden Schichten aus kugeligen oder rundlichen Zellen zusammengesetzt sind, ebenso gross oder etwas kleiner als die Geisselzellen.

b. Die Spermazellen.

Der dunkelste Theil in der Anatomie sowohl der Kalkschwämme, als der Spongien überhaupt, ist die Frage von ihrer sexuellen Differenzirung und namentlich von der Beschaffenheit der männlichen Sexual-Zellen. Die Angaben der verschiedenen Beobachter über diesen Punkt lauten so widersprechend, dass es unmöglich ist, dieselben auf eine gemeinsame Basis zurückzuführen und sich daraus eine Vorstellung von der Beschaffenheit der Geschlechts-Organe bei den Spongien zu bilden. Ich selbst habe bis in die neueste Zeit noch keine befriedigende Sicherheit darüber erlangt und glaube, dass es noch sehr ausgedehnter Untersuchungen bei zahlreichen Spongien verschiedener Gruppen bedarf, um völlige Klarheit über die Vertheilung und Beschaffenheit der Geschlechts-Organe bei den Spongien zu erlangen. Nur so viel scheint schon jetzt ziemlich festzustehen, dass I. Sexuelle Differenzirung bei den Spongien (allgemein?) stattfindet, dass aber II. weder Hoden noch Eierstöcke als besondere localisirte Geschlechts-Organe vorhanden sind, vielmehr sowohl die männlichen Spermazellen, als die weiblichen Eizellen an den verschiedensten Stellen des Canalsystems durch Differenzirung von Geisselzellen des Entoderms entstehen.

Für den eigentlichen Entdecker der sexuellen Differenzirung der Spongien, der zum ersten Male sowohl wirkliche Zoospermien als echte Eier, und zwar bei *Spongilla*, beobachtete, halte ich LIEBERKÜHN (1856) [1]. Alle früheren Angaben über die Geschlechtsorgane der Schwämme sind entweder sicher falsch, oder doch in hohem Grade zweifelhaft. Was GRANT (1826) als „Ciliated ova" bei Kieselschwämmen beschrieb, waren nicht Eier, sondern Flimmerlarven *(Planulae)*. Was CARTER später (1854) als Zoospermien von *Spongilla* beschrieb, waren ganz gewiss keine Sperma-

1) LIEBERKÜHN, Entwickelungsgeschichte der Spongillen. Arch. f. Anat. u. Phys. 1856, p. 17, 497.

zellen, sondern wahrscheinlich nutritive Geisselzellen (vielleicht auch Infusorien; vergl. oben p. 135). Ebenso ist fast als sicher anzunehmen, dass auch die von HUXLEY (1851) bei *Tethya* beschriebenen „Spermatozoa" in Wirklichkeit nutritive Geisselzellen waren (vergl. p. 134). Diese beiderlei Gebilde können in der That sehr leicht verwechselt werden und sind auch von anderen Beobachtern noch vielfach verwechselt worden.

Die Spermazellen (Zoospermien oder Spermatozoen) der *Spongilla* sind nach LIEBERKÜHN's Beobachtungen nicht wesentlich von den „stecknadelförmigen" Samen-Elementen der meisten anderen Thiere verschieden; es sind sehr feine bewegliche Fäden, welche an einem Ende in ein Knöpfchen („Köpfchen") anschwellen; weit kleiner als die ähnlichen Wimperzellen der „Wimper-Apparate". Sie entwickeln sich in „kugeligen, mit einer structurlosen, durchsichtigen Umhüllungs-Membran umgebenen Behältern, von ungefähr $\frac{1}{12}$ Mm. Durchmesser. Man sieht sie in dem Behälter sich mit grosser Schnelligkeit hin- und her-bewegen, bis derselbe an irgend einer Stelle aufplatzt; dann schwimmen sie in grösseren und kleineren Gruppen nach den verschiedensten Richtungen aus einander, indem ihre Fäden stets hin- und her-schwingen" (l. c. 1856, p. 18).

Ueber „die Entwickelung der Spermatozoiden" von *Spongilla* giebt LIEBERKÜHN Folgendes an: „Neben den von Spermatozoiden ganz erfüllten Kapseln kommen zuweilen Kapseln mit derselben Umhüllungsmembran vor, welche in ihrem Innern nur zum Theil sich lebhaft durch einander bewegende Spermatozoiden enthalten, zum andern Theil aber von Gebilden ausgefüllt sind, aus welchen die Spermatozoiden entstehen; diese Gebilde sind kugelig, oder eiförmig, oder doppelbrotförmig mit mehr oder weniger starker Einschnürung und übertreffen die Köpfchen der Spermatozoiden oft um das Zehnfache an Grösse; in ihrem Innern enthalten sie eine farblose durchsichtige Substanz, in der hier und da einzelne das Licht stark brechende, äusserst feine Körnchen eingestreut sind, welche namentlich nahe unter der Oberfläche wahrgenommen werden; ein Kern wurde in ihnen nicht gefunden. Man erkennt diese Gebilde schon vollkommen deutlich durch die Schale der Kapsel hindurch. Drückt man sie aus der Kapsel heraus, so beginnen sie alsbald stumpfe Fortsätze ohne Körncheninhalt hervorzuschieben und zerfallen nach einiger Zeit im Wasser; die Kapseln dagegen erhalten sich noch lange. Andere jener Körperchen sind mehrfach eingeschnürt und ist an einzelnen abgeschnürten Stücken bereits der Faden sichtbar; in wieder anderen weit kleineren besitzt jedes Kügelchen schon den Faden. Neben diesen Kapseln mit theilweise fertigen Samenfäden finden sich andere, welche die kugeligen Körperchen ausschliesslich enthalten, und wieder andere, welche bloss eine gleichförmige, innen feinkörnige Masse einschliessen; die starke Kapsel aber characterisirt sie schon allein als zu den Spermatozoiden gehörig; Bewegungen zeigt keine dieser Kapseln" (l. c. 1856, p. 500).

Bei der ausserordentlich genauen Kenntniss, welche sich LIEBERKÜHN durch seine sorgfältigen Untersuchungen von der Anatomie der *Spongilla* erworben hatte, ist der Verdacht, dass er nutritive Geisselzellen für Zoospermien, und Geisselkammern für „Spermatozoiden-Kapseln" gehalten habe, nicht wohl zulässig; um so weniger, als er ausdrücklich beiderlei Gebilde unterscheidet, und dazu bemerkt: „Die Samenkapseln lassen sich leicht von den mit Wimpern ausgekleideten Spongillen-Stücken (Wimper-Apparaten) unterscheiden: die weit kleineren Samenkörperchen bewegen sich schnell in dem Behälter umher, während die Wimpern an einer und derselben Stelle festsitzend hin- und her-schwingen; characteristisch ist ferner auch die starke Umhüllungshaut der Samenkapsel" (l. c. p. 501). Von den Wimperzellen selbst sagt er, dass sie etwas grösser als der Kopf der Spermatozoiden seien.

Die nachfolgenden Spongiologen haben fast immer vergeblich nach Zoospermien gesucht, so namentlich BOWERBANK und OSCAR SCHMIDT, denen die ausgedehnteste Erfahrung zur Seite steht. SCHMIDT glaubt nur ein einziges Mal (1864) bei *Spongelia elegans* Haufen von Zoospermien gesehen zu haben, die ganz den Gebilden glichen, welche LIEBERKÜHN für die Zoospermien der Spongillen erklärt hat; sie massen 0,00465 Mm.[1])

Ausserdem hat nur noch KÖLLIKER bei einem einzigen Kieselschwamme, bei *Esperia tunicata*, eigenthümliche Gebilde beschrieben, welche er für „Samenfädenbündel" sehr wahrscheinlich halten zu dürfen glaubt. „Es waren navicula-artige Körperchen von 0,02''' Länge und 0,0032''' Breite im mittleren Theile, mit ziemlich dunkeln Contouren." Jedes spindelförmige oder „navicula-artige Körperchen" enthielt einen Zellenkern und ein Bündel feiner „haarartiger Nadeln", welches sich durch Behandlung mit Kali causticum in feine gleichartige Haare zerlegen liess, die durch starke Mineralsäuren und durch Glühen zerstört wurden[2]).

Bei den Kalkschwämmen hatte bisher noch kein Beobachter Zoospermien wahrgenommen, und ich selbst habe lange Zeit hindurch ganz vergeblich danach gesucht. Ich wurde dadurch so misstrauisch gegen ihre Existenz, dass ich es in meinem ersten Aufsatze „über den Organismus der Schwämme" für das Vorsichtigste und Gerathenste hielt, vorläufig überhaupt noch die Sexualität der Spongien zu bezweifeln[3]). Auch auf meiner Reise nach Norwegen erhielt ich nur negative Resultate, trotzdem ich Hunderte von Kalkschwämmen aus allen Gruppen genau darauf untersuchte und bei diesen allenthalben Eier und zum Theil auch Embryonen auf verschiedenen Stadien der Entwickelung antraf.

Erst im April 1871, während meines Aufenthaltes auf der dalmatischen Insel

1) O. SCHMIDT, Adriat. Spong. I. Supplem. p. 4; Taf. I, Fig. 15.

2) KÖLLIKER, Icones histolog. I. Heft. 1864. p. 50; Taf. VII, Fig. 11.

3) HAECKEL, Ueber den Organismus der Schwämme etc. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. Band V, Heft 2, p. 224.

Lesina, glückte es mir endlich, Zoospermien bei den Spongien zu finden, und zwar nicht allein bei Kieselschwämmen, sondern auch bei Kalkschwämmen aus allen drei Familien: Asconen, Leuconen und Syconen. Ich habe hierüber in dem Aufsatze „über die sexuelle Fortpflanzung der Schwämme“ [1]) gleich nach meiner Rückkehr von Dalmatien berichtet, später aber durch fortgesetzte Untersuchungen an dem sehr reichen, von dort mitgebrachten Materiale die daselbst gemachten Angaben noch mehrfach ergänzt und berichtigt.

Zu derselben Zeit, während welcher ich im adriatischen Meere die Zoospermien der Spongien untersuchte, hat Eimer auf der Insel Capri mit gleichem Erfolge sowohl bei Kiesel- als bei Kalk-Schwämmen nach Zoospermien gesucht und ist zu ziemlich gleichen Resultaten gelangt. Er fand zerstreut im Gewebe liegende Ballen, welche aus sehr zahlreichen und äusserst feinen, sich lebhaft bewegenden Spermatozoen zusammengesetzt waren; auch traf er diese letzteren vielfach vereinzelt und sich bewegend im Gewebe an. „Ihre Köpfchen waren bei einzelnen Schwammarten einfache, ungemein feine Pünktchen; bei anderen, und zwar bei den meisten, waren sie etwas grösser und liefen vorn in einen relativ langen Schnabel aus, welcher im Gegensatz zu dem übrigen Theile des Kopfes dunkel erschien“ (l. c. p. 290). Die Fäden oder „Schwänze“ waren äusserst fein und erreichten bis 0,15 Mm. Länge [2]).

Durch diese übereinstimmenden Beobachtungen darf es nunmehr als festgestellt angesehen werden, dass die Spongien wirklich sexuell differenzirt sind. Insbesondere dürfte der directe Nachweis des Befruchtungs-Vorganges, den ich mehrfach bei den Kalkschwämmen beobachtet zu haben glaube, und über den ich weiter unten berichten werde, hierfür entscheidend sein. Dagegen will ich auf der anderen Seite hier nicht unerwähnt lassen, dass ich bei vielen Spongien, welche reife Eier enthielten, sowohl bei Kiesel- als Kalk-Schwämmen, auch jetzt noch durch die sorgfältigste Untersuchung nicht im Stande war, Zoospermien nachzuweisen. Es bleibt daher für spätere Beobachter hier noch Vieles zu ergänzen.

Structur und Formwerth der Spermazellen.

Die befruchtenden männlichen Elemente, die sogenannten „Zoospermien, Spermatozoen oder Spermatozoiden“ zeigen bei allen Spongien, soweit meine Untersuchungen reichen, in reifem und ausgebildetem Zustande wesentlich dieselbe Beschaffenheit. Insbesondere habe ich bei den drei Familien der Kalkschwämme, bei den Asconen, Leuconen und Syconen, in der Form und Structur des reifen Zoospermiums keine wesentlichen Unterschiede bemerken können, während solche in Betreff der Lagerung

1) Haeckel, Ueber die sexuelle Fortpflanzung und das natürliche System der Schwämme. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. 1871, Band VI, p. 641.

2) Th. Eimer, Nesselzellen und Samen bei Seeschwämmen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VIII, p. 281.

vorhanden sind. Auch die wenigen Kieselschwämme (einige Renieren und Esperien), bei denen ich Zoospermien gefunden habe, zeigten im Wesentlichen dieselbe Formbeschaffenheit.

Jedes einzelne Zoospermium oder Spermatozoon halte ich bei den Spongien für eine einfache Geisselzelle; und zwar scheint es beinahe sicher, dass diese männlichen Geisselzellen als modificirte Geisselzellen des Entoderms anzusehen sind. Der länglich-runde „Kopf" des Zoospermiums ist der Kern der Geisselzelle, umhüllt von einer sehr dünnen Protoplasma-Schicht, welche sich am einen Ende des Kerns in einen sehr langen und dünnen Protoplasma-Faden, die bewegliche Geissel oder den „Schwanz" des Zoospermiums verlängert. Da demnach jedes Zoospermium oder Spermatozoon den Formwerth einer echten, kernhaltigen Zelle besitzt, so bezeichne ich dasselbe einfach als Spermazelle. Was ich hier für die Spongien behaupte, wird wohl für sämmtliche Thiere Gültigkeit haben, bei denen die Zoospermien bewegliche, „stecknadelförmige" Fäden mit einem „Köpfchen" sind. Ueberall werden diese als „modificirte Geisselzellen" (oder „einhaarige Flimmerzellen") aufzufassen sein. Ueberall wird demnach auch die specifische Zoospermien-Bewegung auf die Flimmerbewegung zurückzuführen sein. Da nun aber auch bei jenen Thieren, die sich durch „unbewegliche, starre Zoospermien" auszeichnen (Nematoden, viele Crustaceen), jedes Zoospermium den Formwerth einer wirklichen, kernhaltigen Zelle besitzt, so ergiebt sich als allgemeines Gesetz, dass die Zoospermien oder Spermatozoen aller Thiere einfache Zellen, Spermazellen sind. Ich lege auf diesen Satz desshalb Gewicht, weil bekanntlich noch gegenwärtig viele Zoologen in den „Samenthierchen" etwas ganz Besonderes erblicken wollen, und weil noch gegenwärtig selbst unter der Mehrzahl der Histologen die Ansicht herrscht, dass jedes Zoospermium nicht eine ganze Zelle, sondern ein Theil einer solchen, oder ein „eigenthümlich veränderter Zellenkern" sei.

Die „Spermazellen" oder die „männlichen Geisselzellen" der Kalkschwämme unterscheiden sich von den nutritiven Geisselzellen des Entoderms, aus denen sie entstanden sind, zunächst durch ihre viel geringere Grösse und sodann durch die viel geringere Quantität des Protoplasma, im Verhältniss zum Kern (vergl. Taf. 1, Fig. 9 drei reife Spermazellen von einem Ascon *(Ascetta primordialis)*; Taf. 25, Fig. 7 von einem Leucon *(Leucyssa incrustans)*; Taf. 48, Fig. 7 von einem Sycon *(Sycortis quadrangulata)*.

Der Kern der Spermazelle, oder der „Kopf" des Zoospermiums, ist ellipsoid oder eiförmig, und erreicht 0,0005—0,001 Mm. Dicke, 0,001—0,002 Mm. Länge. In oder an dem Nucleus kann man mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen (1600—2000) meist ein äusserst kleines, dunkel glänzendes, stark lichtbrechendes Körnchen wahrnehmen, von dem ich es unentschieden lassen muss, ob es der im Nucleus gelegene Nucleolus oder ein aussen auf demselben liegendes Korn ist; für letztere

Deutung scheinen einige Profil-Ansichten zu sprechen, und dann würde dieses Korn vielleicht dem „glänzenden rundlichen Körnchen“ entsprechen, welches ALLMAN bei den Zoospermien von *Eudendrium ramosum* und EILHARD SCHULZE bei denjenigen von *Cordylophora lacustris* beschreibt (1871, p. 35; Taf. III, Fig. 7).

Das Protoplasma der Spermazelle erscheint, auch mit den stärksten Vergrösserungen betrachtet, entweder ganz homogen oder nur äusserst fein granulirt (Taf. 25, Fig. 7), überzieht als eine dünne Schicht den Nucleus und zieht sich am einen Ende seiner Längsaxe in einen kegelförmigen Fortsatz aus, der sich in den äusserst dünnen Geisselfaden oder „Schwanz“ verlängert. Dieser erreicht eine Länge von 0,02—0,05, nach EIMER sogar bis 0,15 Mm. Dabei ist er aber so unmessbar fein, dass er überhaupt erst bei einer Vergrösserung von 500—700 deutlich wahrnehmbar wird und auch bei den stärksten Vergrösserungen ganz einfach erscheint. Er ist viel zarter als der Geisselfaden der nutritiven Geisselzellen, der schon bei einer Vergrösserung von 300 zu erkennen ist.

Schon durch diese bedeutende Dicken-Differenz der Geissel ist die Spermazelle der Kalkschwämme von der nutritiven Geisselzelle derselben wohl zu unterscheiden, noch viel deutlicher natürlich durch die viel geringere Grösse des Kopfes, durch die ungleich geringere Quantität des Protoplasma, und den Mangel der eigenthümlichen Structur- und Form-Verhältnisse, welche die nutritiven Geisselzellen mit ihrem Hals, Kragen etc. auszeichnen. Wenn nun auch demnach die Unterscheidung der Spermazellen und der nutritiven Geisselzellen in vollkommen ausgebildetem und unverletztem Zustande nicht schwierig ist, so muss auf der anderen Seite doch wohl bemerkt werden, dass eine Verwechselung dieser beiderlei Elemente in unreifem oder verstümmeltem Zustande sehr leicht möglich ist und gewiss auch sehr oft stattgefunden hat. In jedem Zerzupfungs-Präparate eines Kalkschwammes, welcher Spermazellen enthält, finden sich zwischen den massenhaft durch einander schwimmenden unverletzten und vollständig ausgebildeten nutritiven Geisselzellen und Spermazellen, eine Anzahl Geisselzellen, welche weder diesen noch jenen deutlich gleichen, welche oft Zwischenformen zwischen Beiden darzustellen scheinen und welche wahrscheinlich entweder als verstümmelte oder als unreife, noch nicht ausgebildete nutritive Geisselzellen anzusehen sind. Insbesondere ist hierbei der Umstand zu berücksichtigen, dass auch die abgerissenen Geisseln von nutritiven Geisselzellen, oder solche Geisselzellen, welche ihren Kern bei dem Zerzupfungs-Process verloren haben, sich noch ebenso lebhaft wie intacte Geisselzellen umherbewegen und um so leichter mit den kleinen Spermazellen verwechselt werden können. Einen bestimmten Unterschied in der Bewegungs-Art der beiderlei Geisselzellen (der männlichen und nutritiven), wie ihn EIMER gefunden zu haben angiebt (l. c. p. 291) habe ich nicht zu erkennen vermocht. Ueberhaupt wird jeder Beobachter finden, dass die Unterscheidung der beiderlei Geisselzellen, welche in der Theorie so leicht und klar erscheint, in der Praxis

sehr schwierig und bei vielen einzelnen, zur Beobachtung kommenden Elementen oft gar nicht durchzuführen ist.

Ursprung und Lagerung der Spermazellen.

Die wichtige Frage von dem Ursprung der Sexual-Zellen, von ihrer Entstehung entweder im Exoderm oder im Entoderm, kann insofern noch nicht als gelöst gelten, als bei den Eiern, wie wir gleich sehen werden, die Entscheidung zwischen diesen beiden möglichen Fällen noch nicht ganz sicher ist. Bezüglich der Spermazellen lässt sich dagegen mit grösserer Sicherheit behaupten, dass sie im Entoderm, und nicht im Exoderm, ihren Ursprung nehmen. Ist diese Behauptung schon desshalb a priori wahrscheinlich, weil die Spermazellen nur als eigenthümlich modificirte Geisselzellen zu betrachten sind, so wird sie auf der anderen Seite a posteriori bestätigt durch die Entwickelungsgeschichte der Spermazellen.

Was ich über die Ontogenese der Spermazelle erkannt zu haben glaube, habe ich bereits früher in dem Aufsatze „über die sexuelle Fortpflanzung der Schwämme" etc. mitgetheilt (l. c. p. 643). Da meine späteren ausgedehnteren Untersuchungen mir über diesen Gegenstand keine neuen Resultate geliefert haben, so wiederhole ich hier wörtlich jene frühere Mittheilung, indem ich ausdrücklich dabei hervorhebe, dass ich dieselbe keineswegs für vollgültig und abgeschlossen halte. Vielmehr sind meine Erfahrungen gerade in diesem Punkte viel unvollständiger und unbefriedigender, als ich wünschte; und wie überhaupt die ganze Frage von den speciellen Geschlechts-Verhältnissen der Spongien noch erneuter sorgfältiger Untersuchungen bedarf, so gilt dies ganz besonders von der Frage nach der ursprünglichen Lagerung und Entstehung der Eier sowohl als der Spermazellen.

Gleichwie an verschiedenen Stellen des Entoderms einzelne von den nutritiven Geisselzellen ihr langes schwingendes Geisselhaar einziehen und sich zu Eiern von der Form nackter amoeboider Zellen umbilden, so verwandeln sich an anderen Stellen einzelne Geisselzellen in Samenzellen, oder richtiger S a m e n m u t t e r z e l l e n. „Diese Metamorphose beginnt damit, dass die Flimmerzelle ihr Geisselhaar einzieht und durch mehrfach wiederholte Theilung in eine grössere Zahl (— wie es scheint wenigstens acht —) sehr kleine Zellen zerfällt. Jedesmal geht der Theilung der Zelle diejenige ihres Kernes vorher. Die so entstandenen Tochterzellen sind vielmals kleiner als die ursprünglichen Flimmerzellen. Die winzigen Zellen der jüngsten Generation verwandeln sich direct in Zoospermien, indem die sehr geringe Quantität von Protoplasma, welche den rundlichen Kern umhüllt, sich an der frei in das Canalsystem hineinragenden Seite in einen sehr langen und feinen fadenförmigen Fortsatz auszieht. Dieser Faden ist der „Schwanz", der am basalen Theile derselben befindliche Zellenkern der „Kopf" des Zoospermiums. Der Schwanz beginnt sich langsam in Bewegung zu setzen, indem er hin- und her-schwingt. Wenn die Bewegung

rascher wird, löst sich der noch festsitzende Kopf von seiner Unterlage ab, und die kleine Geisselzelle schwimmt nun als frei bewegliches Zoosperm im Wasser umher" (l. c. p. 643).

Während meines Aufenthaltes auf Lesina habe ich diese Entwickelung der Spermazellen vorzüglich an lebenden Asconen verfolgt. Insbesondere glaube ich mich von dem angegebenen Entwickelungs-Modus ziemlich sicher überzeugt zu haben bei *Ascetta primordialis* (Taf. 1, Fig. 7z) und bei *Ascaltis Gegenbauri* (Taf. 9, Fig. 7z). Bei einzelnen Individuen dieser beiden Arten fand ich zwischen den gewöhnlichen nutritiven Geisselzellen des Entoderms (i), sowohl Eier (g) in verschiedenen Zuständen der Entwickelung zerstreut, als auch Gruppen von 4—8—16 äusserst kleinen Zellen (z), welche ich nicht anders, denn als Entwickelungs-Zustände von Samenzellen, resp. Samenmutterzellen, deuten kann. Ich werde in dieser Deutung um so mehr bestärkt, als ich nachträglich auch an einzelnen, in Spiritus vortrefflich conservirten Präparaten, dieselben eigenthümlichen Zellengruppen wieder zu erkennen glaube, so namentlich bei *Ascortis fragilis* von Norwegen (Taf. 11, Fig. 8, 9z) und bei *Ascyssa acufera* von Spitzbergen (Taf. 7, Fig. 5z). Auch bei einigen Leuconen glaube ich dieselben wiederzufinden, insbesondere bei *Leucortis pulvinar*, *Leucaltis crustacea* und *Leucyssa incrustans* (Taf. 25, Fig. 4z). Unter den Syconen habe ich nur bei zwei Arten, bei *Sycyssa Huxleyi* und *Sycortis quadrangulata* (Taf. 48, Fig. 8z) ähnliche Zellengruppen, hier jedoch als dickere Haufen oder „Samenballen" (Eimer) wieder zu finden geglaubt.

Bei allen diesen und bei einigen anderen Kalkschwämmen, bei denen die Beobachtung weniger sicher war, lagen diese Samenzellen-Gruppen im Entoderm, zwischen den nutritiven Geisselzellen des Epithels und zwischen den Eizellen zerstreut. Jedoch fanden sich bezüglich ihrer Zahl und Anhäufung bei den drei Familien noch einige Verschiedenheiten, auf welche bei der wünschenswerthen weiteren Untersuchung dieser Verhältnisse zu achten sein wird.

Bei den Asconen, bei denen meist die ganze Gastralfläche mit Geissel-Epithel belegt ist, fanden sich auch die Gruppen der Spermazellen, ebenso wie die Eier, fast in der ganzen Ausdehnung des Gastral-Epithels zerstreut vor, hauptsächlich jedoch in der Mitte der Personen, weniger gegen das orale und aborale Ende hin. Die Zahl der Spermazellen, welche die einzelnen Gruppen oder Häufchen zusammensetzten, schien hier stets sehr gering zu sein, und nur 8—16 in jeder Gruppe zu betragen.

Bei den Leuconen wird sich die Lagerung und Vertheilung der Spermazellen-Häufchen sehr verschieden verhalten nach der verschiedenen Ausbildung des Canalsystems. Bei *Leucaltis crustacea*, deren Flimmercanäle ein sehr enges und unregelmässiges Netzwerk in dem dichten Wand-Parenchym bilden, fanden sich einzelne Eier und Gruppen von 8—16 Spermazellen hie und da zwischen den nutritiven

Geisselzellen zerstreut vor. Bei *Leucyssa incrustans* hingegen, deren Canalsystem nach dem traubenförmigen Typus gebaut, also mit „Geisselkammern“ oder „Wimperkörben“ ausgestattet ist, fand ich kleine Haufen von 16—32 Spermazellen zerstreut zwischen den nutritiven Geisselzellen in einzelnen Geisselkammern vor (Taf. 25, Fig. 4z), während andere Geisselkammern nur nutritive Geisselzellen, und noch andere zwischen den letzteren einzelne Eier in verschiedenen Entwickelungsstadien zeigten (Fig. 3). Wenn diese Vertheilung der beiderlei Geschlechtsproducte auf verschiedene Geisselkammern des Canalsystems bei einzelnen Arten constant ist, und wenn daneben noch ungeschlechtliche und bloss nutritive Geisselkammern vorkommen, so würde hiermit der Anfang zu einer Arbeitstheilung der Geisselkammern gemacht sein, welcher bei weiterer Entwickelung zur Ausbildung förmlicher „Geschlechtsorgane“ führen könnte. Man würde dann die männlichen Geisselkammern als Hoden und die weiblichen als Eierstöcke ansprechen dürfen. Wenn die oben mitgetheilten Beobachtungen von LIEBERKÜHN bei *Spongilla* richtig sind, so würde bei diesem Kieselschwamme (und vielleicht bei vielen anderen) jene Differenzirung in der That durchgeführt sein; seine „Samenkapseln“ sind als „Wimper-Apparate“ oder Geisselkammern zu deuten, deren sämmtliche Geisselzellen sich zu Spermazellen ausgebildet haben. Dasselbe Verhältniss glaube ich bei *Leucortis pulvinar* wiederzufinden; doch waren die Präparate von dieser Art nicht so überzeugend und klar, dass ich es mit voller Sicherheit behaupten könnte.

Bei den Syconen, bei denen das Geissel-Epithel auf die innere Fläche der Radial-Tuben beschränkt ist, sind auch die Spermazellen, ebenso wie die jungen Eier, nur hier zu finden. Die wiederholte Theilung der Spermamutterzellen, welche zur Bildung der eigentlichen Zoospermien führt, scheint aber hier sich viel öfter zu wiederholen, als es bei den Asconen (und wohl auch bei vielen oder allen Leuconen) der Fall ist. Dadurch entstehen dicke, kugelige, halbkugelige oder polsterförmige Haufen, welche die Grösse junger Eier erreichen, convex in das Lumen der Radial-Tuben vorspringen und aus vielen hundert (oder selbst vielen tausend) Spermazellen zusammengesetzt sind. Sie entsprechen den „Samenballen“, welche EIMER auch bei Kieselschwämmen auffand, und die ich ebenfalls bei Esperia und Reniera gesehen zu haben glaube. Da ich diese Samenballen nur bei den beiden angeführten Sycon-Arten, *Sycyssa Huxleyi* und *Sycortis quadrangulata* antraf, und zwar nur bei wenigen Individuen und in geringer Zahl, so muss die genauere Beschreibung derselben späteren Beobachtern vorbehalten bleiben.

Gegenüber diesen positiven Beobachtungen, durch welche die sexuelle Differenzirung der Spongien festgestellt erscheint, darf ich nicht verschweigen, dass es mir bei der grossen Mehrzahl der Kalkschwämme trotz anhaltenden Suchens bis jetzt nicht gelungen ist, die eben beschriebenen Spermazellen und ihre Entwickelungsstadien wiederzufinden. Von den hundert und elf im natürlichen System beschriebenen

Arten, bei denen sämmtlich Eier nachzuweisen waren, haben kaum zehn bis zwölf (also nur etwa der zehnte Theil) Spermazellen mit befriedigender Sicherheit erkennen lassen. Bei den übrigen Arten habe ich ganz vergeblich danach gesucht. Die Ursache dieses Umstandes mag zum Theil daran liegen, dass ein grosser Theil des untersuchten Materials nur aus Spiritus-Exemplaren bestand, zum Theil vielleicht auch daran, dass die Zeit der Zoospermien-Entwickelung beschränkt ist, möglicherweise auch oft mit der Zeit der Eizellenbildung nicht zusammenfällt. Ausserdem bleibt die Möglichkeit offen, dass sich die Kalkschwämme nicht ausschliesslich geschlechtlich, sondern daneben auch ungeschlechtlich fortpflanzen, durch Bildung von Sporen, wie ich früher angenommen habe. Endlich ist zu berücksichtigen, dass vielleicht viele Kalkschwämme (und überhaupt viele Spongien) getrennten Geschlechtes sind. Allerdings enthielten alle Calcispongien-Personen, bei denen ich Spermazellen auffand, zugleich auch Eizellen, und sind demnach als Hermaphroditen anzusehen. Desshalb braucht aber der Hermaphroditismus in dieser Gruppe durchaus nicht allgemein zu sein. Vielmehr erklärt sich die Thatsache, dass ich bei vielen anscheinend völlig entwickelten Kalkschwämmen gar keine Eier fand, und dass die meisten, mit Eiern versehenen Kalkschwämme keine Spermazellen erkennen liessen, vielleicht am einfachsten aus der Annahme, dass jene männliche und diese weibliche Personen waren, dass also bei einem Theile der Calcispongien Hermaphroditismus, bei einem anderen Theile Gonochorismus existirt.

c. Die Eizellen.

Die Eizellen der Spongien sind erst vor 16 Jahren entdeckt worden. Was Robert Grant 1826 als „Ciliated ova" von Kieselschwämmen beschrieb, waren nicht die Eier, sondern die Flimmerlarven. Auch andere Autoren haben später theils diese „Planulae", theils die vielzelligen „Gemmulae" als Eier beschrieben. Bowerbank hat bei den Spongillen die Gemmulae und bei den Rindenschwämmen (*Geodia*, *Pachymatisma* etc.) sogar die massiven Kieselkugeln der Rinde für Eierstöcke erklärt; bei den Hornschwämmen (*Euspongia*) hält er gelbe Körner an den Hornfasern für Eier!

Das wahre Spongien-Ei ist erst 1856 von Lieberkühn bei Kieselschwämmen (*Spongilla*) entdeckt und nachher auch bei Kalkschwämmen (*Sycon*) aufgefunden worden. Die Eier der *Spongilla* beschreibt er als kleine, kugelige „Keimkörner-Conglomerate" von $\frac{1}{16}$ Mm. Durchmesser, „welche ausser den feinen Körnchen und den Keimkörnern noch etwas Anderes enthielten, nämlich einen Nucleus (von $\frac{1}{80}$ Mm.) mit eingeschlossenem Nucleolus" (von $\frac{1}{110}$ Mm.). Er beobachtete an ihnen dieselben amoeboiden Bewegungs-Erscheinungen, wie an den „gewöhnlichen Schwammzellen", und nimmt an, dass sie „durch die Spermatozoiden befruchtet werden und den Ur-

sprung der „Sporen“ (d. h. der Flimmerlarven) bilden, indem das Keimbläschen verschwindet und die Körnchen zu Keimkörnern werden“ [1]).

Die Eier der Kalkschwämme hat LIEBERKÜHN zuerst 1859 bei seinem „*Sycon ciliatum* von Triest“ (= *Sycandra raphanus*, H.) beobachtet und mit folgenden Worten beschrieben: „Beim Zerfasern des Körpers völlig entwickelter Syconen bemerkt man bisweilen eigenthümliche zellige Gebilde, welche kugelig oder oval erscheinen, bedeutend grösser sind als die gewöhnlichen Zellen und namentlich einen weit grösseren Kern und Kernkörper führen. Dass dies Eier sind, dafür spricht, dass man sie an denselben Stellen vorfindet, wie die Embryonen. Wenn man nämlich ein Thier mit Holzessig behandelt, so lässt sich wahrnehmen, dass die Embryonen zu mehreren in Zwischenräumen zwischen den Wimperapparaten vertheilt liegen; eben da finden sich auch die für Eier beanspruchten Bildungen. Bei der Zerfaserung fanden sich letztere bis zu acht in einem besonderen Behälter ohne nachweisbare Structur vor“ [2]). Dass diese Zellen die wirklichen Eier der Syconen waren, geht aus LIEBERKÜHN's Abbildung unzweifelhaft hervor (l. c. Taf. IX, Fig. 5, 6). Ebenso unzweifelhaft ist es aber auch, dass der letzterwähnte „besondere Behälter“ nicht existirt. Es war dies wahrscheinlich ein quer oder schief durchschnittener Radial-Tubus. Auch liegen die Eier (ebenso wie die Embryonen) nicht „in Zwischenräumen zwischen den Wimperapparaten“ (Radial-Tuben), sondern in der Wand dieser letzteren, in deren Hohlraum sie vorspringen.

OSCAR SCHMIDT scheint (1864) zuerst die Eier der Hornschwämme, und zwar bei *Euspongia adriatica* gesehen zu haben. Er fand bei dieser Art „eigenthümliche Pakete von Zellen in der Sarcode zerstreut. Zehn bis dreizehn befinden sich in einer gemeinsamen Hülle. Jede Zelle misst im Durchmesser gegen 0,0028 Mm., und man unterscheidet an ihr ausser dem äusseren Contour nach innen noch einen zweiten, also die Grenze des verhältnissmässig sehr grossen Kernes, und in der Regel einen trüben Centralfleck als Nucleolus. Es bleibt kaum etwas anderes übrig, als diese Pakete für Eierstöcke zu erklären.“ Ich möchte übrigens doch diese Erklärung SCHMIDT's nicht für ganz sicher halten, und daneben die Möglichkeit zu bedenken geben, dass diese „Pakete“ junge Gemmulae sind. In der beigegebenen Figur (l. c. Taf. I, Fig. 16) sehen die Zellen der Pakete nicht wie Eier aus. Dagegen macht auf mich ganz den Eindruck eines wahren Spongien-Eies die Abbildung, welche SCHMIDT (l. c. Taf. I, Fig. 25) von „sehr sonderbaren Körpern ungewisser Bedeutung“ von *Euspongia adriatica* giebt: „Der Körper ist ganz körnig, ohne nachweisbare Hülle, mit verschiedenen warzen- und fingerförmigen Fortsätzen und einer Centralzelle

---

1) LIEBERKÜHN, Entwickelungsgeschichte der Spongillen. Arch. für Anat. und Phys. 1856, p. 502, 503, 514. Taf. XVIII, Fig. 18. Diese Figur ist die älteste Abbildung des wahren Spongien-Eies.

2) LIEBERKÜHN, Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien. Arch. f. Anat. u. Phys. 1859, p. 380. Taf. IX, Fig. 5, 6.

von 0,00744—0,0083 Mm. Durchmesser. Die Körper liegen in unregelmässigen kugeligen Blasen, directen Ausweitungen der Randmembran des Schwammes.“ Die Figur zeigt den characteristischen Habitus, welchen die amoeboiden Eier vieler Kalkschwämme mit ihren fingerförmigen Fortsätzen darbieten. Was SCHMIDT als „Centralzelle“ beschreibt, möchte ich als Keimbläschen (= Nucleus) deuten[1]).

KÖLLIKER beschreibt die Eier von Kalkschwämmen *(Dunstervillia, Nardoa)*, von Hornschwämmen *(Spongelia)*, von Gummischwämmen *(Corticium)* und von Kieselschwämmen *(Raspailia, Ancorina)*. Ueberall fand er bei diesen Eiern „die bekannten Charactere, und namentlich immer ein schönes Keimbläschen und einen deutlichen grossen Keimfleck.“ Ferner bemerkte er bei den Eiern von *Dunstervillia, Nardoa* und *Ancorina* „mehrfache Ausläufer, die ihnen das Aussehen von multipolaren Ganglienzellen geben und vielleicht mit Bewegungserscheinungen der Eier im Leben zusammenhängen[2]).

Structur der Eizellen.

Die Eier der Kalkschwämme sind bei allen Arten wesentlich von derselben Beschaffenheit, nämlich nackte amoeboide Zellen, deren Habitus den gewöhnlichen primordialen Eiern der übrigen Thiere durchaus ähnlich ist. Die Gestalt der Eizelle ist ursprünglich kugelig oder subsphärisch; später wird sie unregelmässig rundlich und kann vermöge der „amoeboiden“ Bewegungen in die mannichfaltigsten Formen übergehen. Einen wesentlichen Unterschied zwischen den Eiern der verschiedenen Asconen, Leuconen und Syconen habe ich weder in der Grösse, noch in der Form, noch in der Zusammensetzung zu erkennen vermocht (vergl. die Eier von Asconen Taf. 1, Fig. 7g, 10—12; Taf. 7, Fig. 2g, 5g; Taf. 11, Fig. 6g, 7g; Taf. 13, Fig. 2g; von Leuconen Taf. 25, Fig. 3g; Taf. 30, Fig. 2, 3; von Syconen Taf. 41, Fig. 4g, 9g).

Die Grösse ist bei der zusammengezogenen rundlichen Eizelle natürlich geringer als bei der amoeboiden, mit langen Fortsätzen versehenen Zelle. Der Durchmesser der rundlichen, contrahirten Eizelle beträgt durchschnittlich 0,04—0,05 Mm.; die kleinsten reifen Eier messen nur 0,02—0,03; die grössten dagegen 0,06—0,08 Mm.

---

1) O. SCHMIDT (Adriat. Spong. I. Supplem. 1864, p. 6, 7) bemerkt dazu noch: „Ganz auffallenderweise fand ich diese Zelle mehrere Male allein vor in der sonst leeren Behausung, während andere Beutel daneben, die offenbar noch unseren räthselhaften Körper beherbergt hatten, ganz leer waren. Ob meine Vermuthung, dass diese Körper mit der Fortpflanzung der *Euspongia adriatica* zusammenhängen, richtig ist, wird die Folgezeit lehren.“

2) KÖLLIKER, Icones histologicae (1864) I. Heft, p. 50. „Die Eier von *Dunstervillia* (= *Sycandra elegans*) liegen in der Wand der Wimpercanäle (Radial-Tuben), unmittelbar nach aussen von dem Epithel (l. c. p. 63). Die Eier von *Nardoa spongiosa* (= *Ascaltis cerebrum*, H. ?), deren Lage ganz dieselbe ist, sind gross (von 0,03—0,06‴ und mehr) und gleichen die meisten aufs täuschendste multipolaren Ganglienzellen“ etc.

Der Nucleus oder das Keimbläschen misst gewöhnlich 0,015—0,02, bei den kleinsten Eiern kaum 0,01, bei den grössten über 0,03 Mm. Der Durchmesser des Nucleolus beträgt gewöhnlich ein Zehntel vom Durchmesser der Eizelle, nämlich 0,005 Mm. (bei den kleinsten 0,002, bei den grössten 0,008 Mm.). Die Grösse des Nucleolinus endlich, welcher im Nucleolus liegt, erreicht meistens 0,001 — 0,0015 Mm.

Der Dotter oder das Protoplasma der Eizelle besteht aus einer hyalinen, farblosen und structurlosen Masse, in welche stets eine sehr grosse Menge von äusserst feinen Körnchen eingesprengt ist. Noch deutlicher als bei den Geisselzellen, lässt sich bei den Eizellen ein Unterschied zwischen einer verdichteten körnchenfreien Rindenschicht *(Exoplasma)* und einer weicheren körnigen Markschicht *(Endoplasma)* wahrnehmen. Bisweilen erscheint das körnchenfreie Exoplasma als ein breiter hyaliner Saum um die Eizelle, besonders wenn diese letztere sich lebhaft bewegt und nach Amoeben-Art formwechselnde Fortsätze aussendet (Taf. 1, Fig. 10, 11; Taf. 30, Fig. 2A — 2E). Die dünneren, fingerförmigen Fortsätze des amoeboiden Zellenkörpers werden oft sogar allein durch das helle Exoplasma gebildet (Taf. 1, Fig. 10; Taf. 30, Fig. 2B, 2D); nur in die dickeren Fortsätze tritt auch die granulirte Substanz des Endoplasma hinein. Es sieht dann nicht selten so aus, als ob eine dicke structurlose Membran den feinkörnigen Dotter umschlösse. Indessen überzeugt man sich auch hier durch fortgesetzte Beobachtung leicht, dass niemals eine wirkliche Zellen-Membran existirt, dass vielmehr die hyaline festere Rindenschicht des Exoplasma allmählich und ohne scharfe Grenze in die körnige, weichere Markschicht des Endoplasma übergeht. Fast immer erscheint das Endoplasma sehr gleichmässig und dicht granulirt; die Körnchen sind meist unmessbar fein, selten gegen 0,0001 Mm. dick; bisweilen aber mit grösseren Körnern gemengt.

Die hyalinen Fortsätze des Exoplasma, welche die Eizelle bei ihren amoebenartigen Bewegungen ausstreckt, sind meistens kurz, stumpf, unverästelt und wenig zahlreich (Taf. 30, Fig. 2a). Am schönsten beobachtet man ihr Entstehen und Vergehen an isolirten Eizellen, welche gleich echten Amoeben auf dem Objectträger umherkriechen. Die fingerförmigen Fortsätze treten bald nur an einer Stelle, bald an mehreren, bald an der ganzen Oberfläche hervor. Bisweilen häuft sich das hyaline Exoplasma ganz an einer Seite der Eizelle an und bildet hier einen grossen höckerigen oder knollig zusammengesetzten Fortsatz (Taf. 44, Fig. 3). Andere Male erreichen die Fortsätze eine solche Entwickelung, dass die Eizelle „sternförmig" wird; die Ausläufer werden dann zahlreicher, länger und dünner, und können sich selbst mehrfach verästeln (Taf. 1, Fig. 10, 11). Sie nehmen den characteristischen Habitus an, welcher die grossen multipolaren Ganglienzellen mit verästelten Fortsätzen kennzeichnet, und gleichen diesen um so mehr, als auch der hyaline kugelige Kern sich durch bedeutende Grösse und einen ansehnlichen Nucleolus auszeichnet, und scharf von dem feinkörnigen Protoplasma abhebt. Solche ausgezeichnet „stern-

förmige Eizellen“ fand ich besonders unter den Asconen, so namentlich bei *Ascetta primordialis*, *Ascaltis cerebrum*, *Ascandra reticulum* etc.

Der Kern der Eizellen, das Keimbläschen, hat überall dieselbe Beschaffenheit und ist entweder rein kugelig oder weicht von der Kugelform nur sehr wenig ab. Sein Durchmesser beträgt, wie schon angeführt, zwischen 0,01 und 0,03, gewöhnlich 0,015—0,02 Mm. Er ist stets vollkommen hyalin, structurlos, wasserklar und durchsichtig. Der Contour ist zart und einfach. Die weiche, festflüssige, homogene Substanz des Kernes scheint nicht von einer Membran umschlossen zu sein; demnach ist das Keimbläschen wohl eigentlich kein „Bläschen“.

Der Nucleolus oder Keimfleck ist stark lichtbrechend, glänzend, kugelig oder subsphärisch, und hat gewöhnlich einen scharfen einfachen, bisweilen aber auch einen doppelten Contour. In demselben findet sich meistens, jedoch nicht ganz constant, noch ein innerstes centrales Körperchen, der rundliche, ebenfalls stark lichtbrechende Keimpunkt, der Nucleolinus der Eizelle. Der Durchmesser des Nucleolus beträgt, wie oben angeführt, gewöhnlich 0,005, derjenige des Nucleolinus 0,001—0,0015 Mm.

Während die Eizellen bei der grossen Mehrzahl der Kalkschwämme, wie bei allen übrigen Schwämmen, nackte, membranlose Zellen bleiben und keine besondere Umhüllung erhalten, zeichnen sich zwei Sycon-Arten auffallend dadurch aus, dass ihre Eier von einer festen Kalkschale umschlossen werden. Es sind dies zwei nahverwandte Species des Genus *Sycaltis*, nämlich *Sycaltis testipara* von Cuba (Taf. 47, Fig. 5), und *Sycaltis ovipara* von Florida (Taf. 47, Fig. 9). Bei diesen beiden Arten finden sich statt der gewöhnlichen nackten Eier in den Radial-Tuben ellipsoide oder eiförmige, undurchsichtige, weisse Körper vor, deren Durchmesser bei *S. testipara* 0,1—0,14, bei *S. ovipara* 0,15—0,18 Mm. beträgt. Behandelt man dieselben mit verdünnten Säuren, so löst sich die dicke, undurchsichtige weisse Kalkschale unter Kohlensäure-Entwickelung völlig auf, und es bleibt eine einfache eirunde, feinkörnige Zelle mit einem hellen kugeligen Kern von 0,03 Mm. Durchmesser zurück; in dem Kern ist Nucleolus und Nucleolinus sichtbar. Ich zweifle nicht daran, dass diese Zellen wirklich Eier sind, zumal Lagerung, Grösse und sonstige Beschaffenheit dieselben sind, wie bei den gewöhnlichen Sycon-Eiern.

Ursprung und Lagerung der Eizellen.

Die Frage von dem Ursprung und von der ursprünglichen Lagerung der Eizellen ist der schwierigste und dunkelste Theil in der Histologie der Kalkschwämme, und überhaupt in der Histologie der Schwämme sowohl als der Nesselthiere. Auf der anderen Seite ist diese Frage zugleich von der grössten Bedeutung, vorzüglich wegen der Homologie des Exoderms mit dem äusseren und des Entoderms mit dem inneren Keimblatte der höheren Thiere; und der damit zusammenhängenden Frage von dem

Ursprung der Geschlechtsorgane bei diesen letzteren. Ich werde auf diese eben so wichtige als dunkle Frage, ihre allgemeine Bedeutung und ihren gegenwärtigen Stand später zurückkommen, wenn ich im vierten Abschnitte die generelle Homologie der Keimblätter bei den verschiedenen Thierstämmen erörtere. Hier will ich mich auf die Mittheilung des Thatsächlichen beschränken, was ich über Lagerung und Ursprung der Eier bei den Kalkschwämmen ermitteln konnte.

Die Eier der Kalkschwämme scheinen sich, ebenso wie ihre Spermazellen, nicht das ganze Jahr hindurch, sondern nur zu gewissen Jahreszeiten im Körper vorzufinden. Unter den sehr zahlreichen (mindestens zwischen eintausend und zweitausend) Individuen von Kalkschwämmen, welche ich ganz genau anatomisch untersucht habe, befand sich wenigstens ein Drittel, bei denen keine Spur von Sexual-Zellen zu finden war, und doch waren die betreffenden Individuen in jeder anderen Beziehung vollkommen entwickelt und ausgebildet. Auf der anderen Seite habe ich Eier in allen denjenigen Formen von Kalkschwämmen gefunden, welche in dem „künstlichen System“ des zweiten Bandes, als „künstliche Arten“, in dem „natürlichen System“ als „generische Varietäten“ aufgeführt sind.

Bei den im „System“ aufgeführten Species aller drei Familien, Asconen, Leuconen und Syconen, habe ich die reifen Eier bald im Exoderm, bald im Entoderm zerstreut gefunden, und zwar scheinbar ohne jede bestimmte Anordnung. Die Eier liegen stets einzeln, niemals gruppenweise beisammen; im Exoderm liegen sie zwischen den Nadeln, eingebettet in die Sarcodine des Syncytium, im Entoderm dagegen zwischen den Geisselzellen, das Epithel unterbrechend. Dass wirklich diese beiden Fälle vorkommen, darüber kann nicht der mindeste Zweifel existiren. Ja, ich bin sogar nicht einmal im Stande zu sagen, welcher der beiden Fälle der häufigere ist. Man trifft ebenso oft Bilder, bei denen die reifen Eier im Exoderm, als solche, bei denen sie im Entoderm zu liegen scheinen. Auf Taf. 1, Fig. 1; Taf. 7, Fig. 2, 5; Taf. 9, Fig. 7; Taf. 11, Fig. 8, 9; Taf. 13, Fig. 2; Taf. 41, Fig. 4, 9 u. s. w. finden sich die reifen Eier unzweifelhaft im Entoderm, zwischen den Geisselzellen desselben, und springen sogar mit einem grossen Theile ihrer gewölbten Oberfläche frei in das Lumen des Canalsystems vor. Dagegen sieht man andere Male eben so klar und sicher, dass die reifen Eier in die Sarcodine des Exoderm, zwischen dessen Spicula eingebettet sind und mit dem Entoderm gar keinen Zusammenhang haben (Taf. 8, Fig. 14 zum Theil; Taf. 25, Fig. 3).

Uebrigens trifft man nicht in allen drei Familien der Kalkschwämme beide Fälle der Lagerung gleich häufig. Bei den Asconen liegen die Eier meistens im Geissel-Epithel der Magenfläche und springen frei in die Magenhöhle vor; seltener finden sie sich hier aussen im Exoderm. Bei den Leuconen umgekehrt trifft man die Eizellen grösstentheils in der üppig entwickelten Sarcodine des Exoderm zwischen den Nadeln an, selten zwischen den Geisselzellen an der Innenfläche der Canäle, niemals

an der inneren Fläche der Magenhöhle. Auch bei den Syconen liegen die Eier niemals an der Innenfläche der Magenhöhle; gewöhnlich findet man sie hier an der Innenfläche der Radial-Tuben, zwischen den Geisselzellen des Epithels, seltener in der Sarcodine-Lamelle des Exoderms, welche die Aussenwand der Radial-Tuben bilden; nicht selten auch zwischen Exoderm und Entoderm (Kölliker, Icon. histol. Taf. IX, Fig. 5).

Wie ist nun dieser thatsächliche Widerspruch zu erklären? Es sind nur drei Fälle denkbar. Entweder entstehen die Eier ursprünglich A. bloss im Entoderm, oder B. bloss im Exoderm, oder C. sowohl im Entoderm als im Exoderm. Dieser letztere Fall ist der unwahrscheinlichste; er wäre gegen alle Analogie, und wir brauchen um so weniger unsere Zuflucht zu ihm zu nehmen, als sich das Vorkommen der reifen Eier in beiden Parenchym-Schichten sehr leicht durch die activen Orts-Veränderungen erklären lässt, welche die Eier vermöge ihrer amoeboiden Bewegungen vornehmen. Die reifenden und die reifen Eier kriechen nach meinen Beobachtungen gleich Amoeben im Parenchym der Kalkschwämme umher, und können daher bald hier, bald dort im Parenchym angetroffen werden, bald im Exoderm, bald im Entoderm.

Es handelt sich demnach nur um die Frage: Wo sind die unreifen Eier ursprünglich zu finden, wo liegt ihre Bildungsstätte? Im Exoderm oder im Entoderm? In Bezug auf diese Frage haben mich nun meine späteren Beobachtungen in peinlichen Gegensatz zu meinen früher gewonnenen Anschauungen gebracht. Anfänglich hatte ich durch meine anatomischen Untersuchungen, vorzugsweise bei den Syconen und Leuconen, die Ueberzeugung gewonnen, dass die Eier sich ursprünglich in der Sarcodine des Exoderm bildeten. Es schien mir, dass hie und da einzelne Kerne des Syncytium sich vergrösserten, ausdehnten, aufblähten und zum „Keimbläschen" ausbildeten, während der unmittelbar diese Kerne umgebende Theil der Sarcodine sich von der umgebenden Hauptmasse sonderte, ablöste und zum „Dotter" entwickelte. Es waren keineswegs vereinzelte Wahrnehmungen, auf welche sich diese Ansicht gründete. Vielmehr kehrte dasselbe Bild sehr oft wieder. Auch jetzt noch finde ich unter meinen zahlreichen Präparaten nicht wenige, welche solche vergrösserte und ausgedehnte Kerne an einzelnen Stellen deutlich zu zeigen scheinen.

Trotzdem bin ich durch meine späteren Untersuchungen, vorzugsweise bei den Asconen, zu der Ueberzeugung gelangt, dass jene ältere Auffassung unrichtig war, und dass die ursprüngliche Bildungsstätte der Eier bei den Kalkschwämmen das Entoderm ist. Einzelne Geisselzellen des Entoderms vergrössern sich, ziehen ihren schwingenden Geisselfortsatz ein, und entwickeln sich direct durch Aufblähung des Kernes und bedeutende Volums-Zunahme des Protoplasma zu Eizellen. Bei Untersuchung verschiedener Asconen trifft man nicht selten auf solche Bilder, wie sie das

Querschnitts-Präparat von *Ascaltis cerebrum* (Taf. 8, Fig. 14) zeigt. Man findet zwischen den gewöhnlichen nutritiven Geisselzellen des Entoderms hie und da einzelne geissellose, rundliche Zellen, welche wenig grösser als die ersteren, und (abgesehen von dem Mangel der Geissel) wenig von ihnen verschieden sind. Dies sind die jüngsten Stadien der Eier. An anderen Stellen liegen etwas grössere geissellose Zellen, die sich schon durch ihren bedeutend grösseren und helleren Nucleus auffallend auszeichnen; und zwischen diesen jungen Eiern und den vollkommen reifen Eizellen, die verhältnissmässig riesengross sind, lassen sich mit Leichtigkeit alle Zwischenstufen auffinden.

Die grösseren und reiferen Eizellen, welche bei vielen Kalkschwämmen im Exoderm zu finden sind, werden in den meisten Fällen wohl vermöge ihrer amoeboiden Bewegungen activ in dasselbe eingewandert, in die Sarcodine hineingekrochen sein. Jedoch können sie auch passiv in das Exoderm hinein gedrängt werden, wie Fig. 14 auf Taf. 8 und Fig. 3 auf Taf. 25 zeigt. Das Geissel-Epithelium des Entoderms, welches durch die Vergrösserung der Eizelle aus einander gedrängt wird, wächst über deren vorgewölbter freier Fläche wieder zusammen, so dass das Ei gewissermassen von einem äusserlich flimmernden Follikel zur Hälfte umschlossen ist. Dann wächst eine dünne Lamelle des Syncytiums zwischen die Eizelle und ihren flimmernden Epithelial-Ueberzug hinein und trennt beide von einander ab. Indem diese Sarcodine-Lamelle sich allmählich verdickt, wird das Ei immer weiter von seiner ursprünglichen Bildungsstätte abgedrängt und kömmt schliesslich mitten in das Syncytium zu liegen (vergl. namentlich Taf. 25, Fig. 3). Wenn diese Erklärung, wie ich glaube, richtig ist, so würde in allen Fällen die Lagerung der Eizellen im Exoderm als secundäre, die Lagerung derselben im Entoderm dagegen als primäre, ursprüngliche aufzufassen sein. Die Eier stammen dann, ebenso wie die Spermazellen, von den Geisselzellen des Entoderm ab.

B. Die Gewebe des Exoderms oder des Dermal-Blattes.

a. Das Syncytium.

Syncytium nenne ich bei den Kalkschwämmen die ganze Gewebsmasse, welche durch die Verschmelzung der Geisselzellen des Exoderms der Flimmerlarve entstanden ist, mit Ausschluss der darin gebildeten Kalknadeln. Dieses Syncytium ist aus folgenden Bestandtheilen zusammengesetzt: 1) der Sarcodine, einer hyalinen, structurlosen, contractilen Grundsubstanz, dem modificirten Protoplasma der verschmolzenen Zellen; 2) den bleibenden und sich vermehrenden Kernen dieser Zellen, und 3) den Spicula-Scheiden, welche durch Verdichtung der Grundsubstanz rings um die Oberfläche der Spicula entstanden sind.

Das Syncytium unterscheidet sich von dem Plasmodium durch die Anwesenheit der Kerne der Zellen, aus denen es entstanden ist. Das Syncytium enthält bei allen Spongien in der Grundsubstanz deutliche Nuclei, welche ihr fortdauerndes Leben durch ihre Vermehrung beweisen. Das Plasmodium ist dagegen ein kernloses Protoplasma-Lager, wie das Plasmodium der Myxomyceten und der meisten Rhizopoden (Acyttarien, vieler Radiolarien etc.) deutlich zeigt. Mit Bezug auf meine Unterscheidung der Cytoden und Zellen definire ich demnach diese beiden morphologischen Begriffe folgendermassen: Das Plasmodium ist ein Complex von verschmolzenen Cytoden (kernlosen Plastiden); das Syncytium ist ein Complex von verschmolzenen Zellen (kernhaltigen Plastiden). Diese Unterscheidung halte ich für wichtig, wie überhaupt den fundamentalen Unterschied der beiderlei Plastiden-Stufen: Cytoden und Zellen.

In den Aufsätzen, welche bisher die Anatomie der Spongien behandelten, haben die Autoren das Syncytium gewöhnlich als „Sarcode" beschrieben, oder als „contractile Substanz", als „structurlose Grundmasse, hyaline Grundsubstanz, helle Zwischensubstanz, homogene Hauptmasse" u. s. w. Die erste genauere Darstellung derselben hat 1864 Oscar Schmidt gegeben. Er unterscheidet „die Sarcode als wesentlichen Bestandtheil des Schwammkörpers" von den Zellen, und beschreibt sie als eine „homogene, sehr durchsichtige und contractile Grundsubstanz, welche bisweilen faltig oder streifig wird." In derselben zerstreut finden sich Kerne, Körnchen und Körnchen-Conglomerate. Entgegen der Behauptung von Lieberkühn, dass die contractile Grundsubstanz bei Spongilla aus isolirbaren Zellen zusammengesetzt sei, findet Schmidt bei marinen Spongien bestimmt das Gegentheil [1]).

Bowerbank beschreibt (1864) die Sarcode als eine durchsichtige gallertartige Substanz, welche immer unzählige kleine Körnchen und „gelegentlich zahlreiche linsenförmige Zellen mit Kernen" enthält [2]).

Kölliker schildert (1864) die Sarcode der Kalkschwämme bei *Dunstervillia (= Sycandra) elegans* als „eine homogene Grundsubstanz mit im Ganzen spärlichen kleinen Körperchen von meist länglicher Gestalt, die möglicherweise Zellen, vielleicht aber auch Kerne sind. Bei *Nardoa (= Ascaltis) spongiosa* glaubt er dagegen in diesen „länglichen und spindelförmigen kleinen Körpern bestimmt Zellen zu er-

---

1) O. Schmidt, Adriat. Spong. I. Supplem. (1864) p. 1, Taf. I.

2) Bowerbank, British Spong. Vol. I. (1864) p. 88: „Sarcode is a pellucid, semi-transparent gelatinoid substance, variable in colour and insoluble in water. It dries readely, and its physical characters are restored by immersion in water with little or no apparent alteration. When examined by transmitted light with a microscopic power of 400 or 500 linear, it is always found to contain innumerable minute molecules of apparently extraneous animal or vegetable matter, the molecules being always more or less in a shrivelled or collapsed condition, and very variable in size. Occasionally it is found abundantly furnished with lenticular nucleated cells, nearly uniform in size, and often highly coloured."

kennen"; und kurz zuvor bemerkt er ausdrücklich: „Bei *Dunstervillia* und *Nardoa* besteht das die Kalknadeln tragende Gewebe aus einer hellen Zwischensubstanz mit eingestreuten länglichen oder spindelförmigen Zellen"[1]).

LIEBERKÜHN beschreibt (1865) die Structur des Syncytium bei seiner *Grantia botryoides* von Helgoland (= *Ascandra complicata,* H.) mit folgenden Worten: „Die Wandung besteht aussen aus einer Lage contractilen Parenchyms, in welchem man in der durchsichtigen homogenen Hauptmasse kugelige, ovale, sternförmige Körperchen in den verschiedensten Abständen von einander unterscheidet; diese Körperchen sind Anhäufungen von stark lichtbrechenden Körnchen und zeigen öfters Kerne; doch können sich die Körnchen auch gleichmässig in dem Parenchym verbreiten. Dann erkennt man in dem durchsichtigen Gewebe höchstens hin und wieder Kerne; aber Zellengrenzen nimmt man nicht wahr. Wo die sternförmigen oder kugeligen Körnchen-Anhäufungen mit und ohne Kerne in dem durchsichtigen Parenchym vorkommen, können es die körnigen Bestandtheile derselben sein, deren verschmolzene hyaline Substanz die Hauptmasse des ganzen Gewebes darstellt"[2]).

JAMES-CLARK nennt (1866) das Exoderm seiner *Leucosolenia botryoides* (= *Ascortis fragilis,* H.) „an excessively hyaline, cytoblastematous layer, with scarcely, if any trace of organisation of a cell-like character in it"[3]).

Die Kerne des Syncytium.

Die Kerne oder Nuclei, welche in der hyalinen oder von Körnchen durchsetzten Grundsubstanz des Syncytium, in der Sarcodine zerstreut sind, müssen als die individuellen Centra des Plastiden-Lebens im Exoderm betrachtet werden. Sie liegen in der Grundsubstanz in bestimmten Abständen zerstreut, die jedoch nach der wechselnden relativen Zahl der Kerne und nach dem wechselnden Contractions-Zustande der Sarcodine sehr verschieden sind. In den meisten Fällen sind die Abstände zwischen den benachbarten Kernen so gross, dass sie den Durchmesser der Nuclei selbst um das Dreifache bis Vierfache übertreffen, bisweilen nur um das Doppelte, oft um das Fünffache bis Sechsfache, selten mehr. Noch seltener liegen die Kerne so dichtgedrängt, dass ihr Abstand wenig grösser als ihr eigener Durchmesser ist. Bestimmte Verschiedenheiten sind weder in dieser, noch in irgend einer anderen Beziehung, welche die Structur des Syncytium betrifft, zwischen den verschiedenen Formen der Kalkschwämme wahrzunehmen. Die Asconen verhalten sich wesentlich ebenso wie die Leuconen und Syconen. (Vergl. die Abbildung des Syncytium von den Asconen Taf. 1, Fig. 2e, 3e; Taf. 11, Fig. 6e, 7e; Taf. 13, Fig. 2e, 3e; von den Leuconen Taf. 25, Fig. 2e, 3e; Taf. 29, Fig. 2e; von den Syconen Taf. 41,

1) KÖLLIKER, Icones histologicae (1864) I. Heft, p. 63, 64, 48.

2) LIEBERKÜHN, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1865, p. 735.

3) JAMES-CLARK, On the Spongiae ciliatae. 1866, p. 20.

Fig. 7e, 8e). In allen diesen Figuren ist die Sarcodine mit c, die Kerne des Syncytium mit d bezeichnet.

In ihrer Form und sonstigen Beschaffenheit bieten die Nuclei des Syncytium keine besonderen Eigenthümlichkeiten dar. Sie gleichen namentlich den Kernen, welche sich gewöhnlich im Muskelgewebe und im Bindegewebe der höheren Thiere finden. Ihre Form ist (im Gegensatz zu den regelmässig abgerundeten Kernen der Entoderm-Zellen) ziemlich unregelmässig, meistens länglich-rund, ellipsoid oder eiförmig; der längere Durchmesser gewöhnlich anderthalb Mal oder doppelt so gross als der kürzere. Oft sind sie fast spindelförmig, jedoch meist mit abgerundeten Enden; seltener sind sie kugelig, scheibenförmig oder irregulär polyedrisch, stets mit abgerundeten Kanten.

Was die Grösse der Kerne betrifft, so schwankt auch diese nur innerhalb sehr geringer Grenzen, zwischen 0,003 und 0,009 Mm. Die seltenere Form der kugeligen Kerne hat durchschnittlich 0,005 — 0,006 Mm. Durchmesser. Bei der gewöhnlichen Form der länglich-runden, ellipsoiden Kerne beträgt der längere Durchmesser meistens zwischen 0,006 — 0,008, der kürzere zwischen 0,003 — 0,004 Mm.

Die Kerne sind in verdünnten Säuren unlöslich und treten nach deren Einwirkung im Gegentheil besonders deutlich hervor. Durch kaustische Alkalien werden sie nach längerer Einwirkung gelöst. Bei unvollständiger Verbrennung des Exoderms oder bei leichtem Glühen treten die Nuclei als schwarze, verkohlte Körperchen, in ihrer Form unverändert, sehr scharf aus der helleren Grundsubstanz hervor. Durch die gewöhnlichen Tinctions-Mittel: Carmin, Jod, Goldchlorid etc. werden die Nuclei bedeutend stärker gefärbt als die Sarcodine, jedoch viel schwächer als die Kerne der Entoderm-Zellen.

Die Substanz der Nuclei des Syncytium erscheint, mit den stärksten Vergrösserungen (1200 — 1600) betrachtet, stets mehr oder weniger trübe, fein granulirt; oft kann man darin deutlich eine geringe Anzahl von dunkeln Körnchen, und constant ein sehr kleines Kernkörperchen (von höchstens 0,0005 — 0,001 Mm.) erkennen. Oft liegen deren auch zwei neben einander.

Die Syncytium-Kerne, welche zwei Nucleoli enthalten, bereiten sich zur Theilung vor. Die beiden Kernkörperchen rücken gegen die beiden Enden des Kernes hin, der sich in der Mitte zwischen beiden einschnürt. Dann entsteht eine vollständige Trennung der beiden Hälften, nach welcher die beiden neugebildeten Kerne noch eine Zeit lang sehr nahe bei einander liegen, an der Trennungsfläche mit breitem Rande sich gegenüber stehend. Erst allmählig rundet sich dieses abgestutzte Ende langsam ab und der Kern nimmt seine gewöhnliche ellipsoide Form an. Diese fortgesetzte Vermehrung der Nuclei durch Theilung lässt sich leicht und sicher in den meisten Präparaten nachweisen (Taf. 1, Fig. 2, 3; Taf. 13, Fig. 3d; Taf. 41, Fig. 7 d).

Die Sarcodine des Syncytium.

Die Sarcodine, in welcher die Kerne liegen, und welche die Hauptmasse, die eigentliche Grundsubstanz des Syncytium bildet, ist entstanden aus dem verschmolzenen Protoplasma der Zellen, welche ursprünglich (beim Embryo) das Exoderm zusammensetzten. Demgemäss ist die Sarcodine als eigenthümlich modificirtes Protoplasma aufzufassen.

Von geformten Einschlüssen findet sich in der Sarcodine (ausser den Kernen und ausser den Kalknadeln nebst ihren Spicula-Scheiden) stets eine geringe (selten beträchtliche) Menge von feinen Körnchen, welche meistens nur um die Kerne herum angehäuft sind. Ausserdem enthält sie oft eingedrungene fremde Körper.

So wenig die Sarcodine in morphologischer Beziehung eigenthümliche Charactere erkennen lässt, so wichtig ist sie in physiologischer Beziehung. Sie ist gleichzeitig die äussere Decke des Körpers und seine „skeletbildende Schicht", sein contractiles und sein empfindliches Gewebe. Sie vereinigt mithin in sich die verschiedenen animalen Functionen, welche bei den höheren Thieren auf das System der äusseren Haut, das Muskelsystem und das Nervensystem vertheilt sind.

Die Sarcodine ist bei den Kalkschwämmen anscheinend völlig structurlos, homogen, farblos, durchsichtig, wasserklar, und macht optisch den Eindruck einer „hyalinen Grundsubstanz", am besten vergleichbar der Intercellularsubstanz des hyalinen Knorpels. Ebenso wenig mit Hülfe der verschiedensten chemischen Reagentien als mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen lässt sich irgend eine bestimmte elementare Structur in dieser „homogenen Hauptmasse" nachweisen. Das einzige feinere Structur-Verhältniss, welches bisweilen bei sehr starker Vergrösserung (1200—1600) bemerkbar wird, aber niemals scharf, immer nur sehr matt hervortritt, ist eine äusserst feine staubartige Trübung, ähnlich wie sie auch an der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels oft wahrzunehmen ist. Die Sarcodine erscheint dann durch und durch äusserst fein und dicht punctirt. Die blassen Punkte scheinen die Zwischenräume zwischen äusserst kleinen, helleren Kügelchen zu sein, welche die ganze Masse zusammensetzen.

In physikalischer Beziehung ist hervorzuheben, dass die Sarcodine ausser ihrer bedeutenden Contractilität sich auch durch einen hohen Grad von Elasticität auszeichnet. Diese offenbart sich ebenso beim Drucke unter dem Deckgläschen, wie beim Zerren und Zerzupfen mit Nadeln. Der letzteren Behandlung setzt die Sarcodine einen bedeutenden Widerstand entgegen; sie ist sehr zäh und schwer zerreissbar, ähnlich wie das frische Gewebe der glatten Muskeln. Sowohl bei lebenden Kalkschwämmen, als bei Spiritus-Präparaten, die mit verschiedenen Reagentien behandelt wurden, erhält man durch sorgfältiges Zerzupfen mit Nadeln niemals bestimmt geformte Fragmente, Fasern u. dergl., sondern stets nur völlig formlose Bruchstücke. Diese amorphen Bruchstücke können gar keinen, oder einen

einzigen, oder mehrere Kerne enthalten. Fragmente des Syncytium, welche aus dem lebenden Kalkschwamme durch Zerzupfen erhalten wurden, führen amoeboide Bewegungen aus, gleichviel ob Nuclei in dem Bruchstücke enthalten sind oder nicht (Taf. 1, Fig. 4—6; Taf. 25, Fig. 8a, 8b).

In chemischer Beziehung verhält sich die hyaline Substanz des Syncytium ziemlich indifferent und resistent, und erscheint am meisten derjenigen der glatten Muskeln vergleichbar. Sie quillt durch verdünnte Säuren auf, ohne sich zu lösen. Auch durch ziemlich concentrirte Mineralsäuren wird sie nur langsam zerstört, ebenso durch concentrirte kaustische Alkalien. Durch Carmin und Jod wird sie erst nach längerer Einwirkung und nur sehr blass gefärbt, ebenso auch durch andere Reagentien, welche die Kerne des Syncytium, sowie die Geisselzellen des Entoderm, lebhaft färben. Es bieten daher die verschiedenen Tinctions-Methoden ein sehr einfaches Mittel, um sofort bei allen Kalkschwämmen die Ausdehnung und Begrenzung des Entoderm und Exoderm zu bestimmen. Immer hebt sich nach kürzerer oder längerer Tinction das intensiv gefärbte Geissel-Epithel des Entoderm von dem blass oder fast gar nicht gefärbten Syncytium des Exoderm ab, in welchem nur die gefärbten Kerne scharf hervortreten.

Ausdrücklich soll hier noch hervorgehoben werden, dass es mir eben so wenig als irgend einem anderen Beobachter gelungen ist, die Sarcodine des Syncytium durch chemische oder physikalische Behandlung in Fasern aufzulösen. Bei einigen Kieselschwämmen sollen nach neueren Beobachtungen wirklich in der „Sarcode" des Exoderm Fasern vorkommen, und sind hier auch für „Muskelfasern" erklärt worden. Bei den Kalkschwämmen kommen dergleichen ganz bestimmt nicht vor. Allerdings habe ich nicht selten von lebenden, wie von todten Kalkschwämmen gewisse Bilder erhalten, die auf Faserung bezogen werden könnten. Namentlich erblickt man oft um die Hautporen herum, noch öfter aber um die Magenporen herum deutliche concentrische Linien, die als Ringfasern gedeutet werden könnten (Taf. 25, Fig. 2). Andere Male sieht man hie und da feine parallele Streifen oder unterbrochene Linien neben den Scheiden der Spicula verlaufen. In allen diesen Fällen habe ich mich durch sorgfältige Untersuchung fest überzeugt, dass es sich lediglich um verschiedene Contractions-Zustände oder Faltungen der Sarcodine, niemals um wirkliche Faserung handelt. Die feinen Linien, welche concentrisch um die Poren oder longitudinal den Nadeln parallel laufen, sind entschieden keine Fasern, sondern entweder bloss vorübergehende Falten des stark contrahirten Syncytium, oder der Ausdruck einer zeitweiligen Verdichtung der Sarcodine in der scheinbaren Faser-Linie.

Die Granula des Syncytium.

Ganz constant findet man bei den Kalkschwämmen in die structurlose Grundsubstanz des Syncytium ausser den Kernen noch eine Anzahl von sehr feinen Körn-

chen eingebettet, die wir als Sarcodine-Granula bezeichnen wollen. Dieselben liegen stets um den Kern herum, meistens ausschliesslich um diesen angehäuft, seltener auch in den Interstitien zwischen den Kernen (jedoch nur in geringer Menge) in die Sarcodine eingesprengt. Ihre Zahl ist äusserst wechselnd. Bisweilen findet man um jeden Nucleus herum kaum ein paar sehr feine Körnchen, und die wasserklare Grundsubstanz zwischen den Kernen erscheint völlig rein und hell. Andermale sind die Körnchen in sehr grosser Zahl durch die ganze Sarcodine vertheilt, vorzugsweise jedoch um die Kerne herum in dichten Klumpen angehäuft. In den meisten Fällen liegen um jeden Kern herum zwischen 30 und 50 Körnchen, während in den Interstitien der Kerne nur hie und da einzelne Granula versprengt liegen.

Die Anordnung der Sarcodine-Körnchen um die Nuclei herum ist oft sehr characteristisch, indem nämlich erstens eine gleichmässig dünne Schicht von Körnchen den Nucleus umgiebt, und zweitens von dieser dünnen Schicht aus eine Anzahl von Strahlen ausgeht, deren jeder aus einer Körnchenreihe gebildet ist. Bald strahlen 4—8 solcher granulirter Radien von dem Nucleus aus, die sich bisweilen sogar verästeln können; bald finden sich deren nur zwei, welche von den beiden Polen der Längsaxe des länglichen Kernes in entgegengesetzter Richtung ausgehen. So entstehen „sternförmige und spindelförmige Körperchen“, welche leicht für Zellen, ähnlich den „sternförmigen und spindelförmigen Zellen“ des Bindegewebes, gehalten werden könnten, und auch wirklich oft dafür gehalten worden sind. (Vergl. Taf. 1, Fig. 2, 3; Taf. 13, Fig. 3; Taf. 25, Fig. 2, 3; Taf. 41, Fig. 7, 8).

Wenn man ein solches Syncytium, das sehr ausgeprägte sternförmige und spindelförmige Körnchen-Anhäufungen um die Kerne herum enthält, mit verdünnten Säuren behandelt, so erhält man nicht selten ein Bild, welches täuschend an gewisse Bindegewebs-Formen erinnert. Die sternförmigen und spindelförmigen Körnchenhaufen, deren jeder einen Nucleus enthält, scheinen völlig isolirt in der „hyalinen Grundsubstanz“ der Sarcodine zu liegen, wie die Zellen des gallertigen Bindegewebes in dessen „structurloser Grundsubstanz“. Je täuschender diese Aehnlichkeit ist, desto mehr muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass es niemals gelingt, durch irgend welche Methode Zellen aus dem Syncytium der Kalkschwämme zu isoliren. Vielmehr ist die ganze Grundsubstanz der Sarcodine das vereinigte und modificirte Protoplasma der völlig verschmolzenen Zellen.

Die Grösse der Sarcodine-Granula ist sehr gering; viele von den feinsten sind unmessbar klein und überhaupt erst mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen zu erkennen. Die grössten Körnchen erreichen gewöhnlich nur einen Durchmesser von 0,0003—0,0006 Mm., seltener bis zu 0,001 Mm., oder noch darüber. Ihre chemische Natur ist schwer zu bestimmen; die meisten scheinen Fett-Körnchen zu sein. Bei einigen gefärbten Arten von Kalkschwämmen finden sich darunter auch die färbenden Pigmentkörner; dabei kommen ausserdem noch oft (aber nicht immer!)

dieselben Pigmentkörner auch in den Geisselzellen des Entoderms vor. Ich halte die Mehrzahl der Körnchen der Sarcodine für vergängliche Producte des Stoffwechsels, ähnlich den eben so wechselnden „Sarcode-Körnchen der Rhizopoden". Gleich den letzteren können auch die ersteren an einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten in sehr verschiedener Menge auftreten. In Folge von Verschiebungen der Moleküle des Syncytium („Contractionen") können die Granula ihre Lage verändern („wandern"), wie dasselbe beständig bei den „Sarcode-Körnchen der Rhizopoden" der Fall ist. Diese „Wanderungen" der Granula von einem Körnchenhaufen zum anderen beweisen am deutlichsten, dass die ganze Sarcodine eine homogene, festflüssige Masse ist, und dass nirgends in derselben mehr Zellengrenzen existiren. Auch gelingt es demgemäss niemals, durch irgend welche mikrochemische Reactionen, durch Behandlung mit Silber-Nitrat und Gold-Chlorid, durch Kochen u. s. w. solche „Zellengrenzen" nachzuweisen. Die Nuclei, um welche sich die Granula constant anhäufen, wirken offenbar als Anziehungsmittelpunkte, als Ernährungs-Heerde und Centra des Stoffwechsels.

Die Spicula-Scheiden.

Die Spicula-Scheiden *(Vaginae spiculares)* sind besondere structurlose Hüllen der Spicula des Skelets, welche unmittelbar an deren Oberfläche durch einen besonderen Differenzirungs-Process, durch eine Verdichtung und Sonderung aus der Sarcodine des Syncytium entstehen. Diese eigenthümlichen Bildungen sind zuerst (1864) von Kölliker und darauf (1865) auch von Lieberkühn beschrieben worden. Von den übrigen Autoren sind sie nicht erwähnt worden.

Kölliker sagt über die Spicula-Scheiden bei den von ihm untersuchten beiden Kalkschwämmen *(Ascaltis* und *Sycandra)* Folgendes: „Das die Nadeln tragende Gewebe zeigt bei *Nardoa spongiosa (= Ascaltis cerebrum?)* wesentlich denselben Bau, wie bei *Dunstervillia (= Sycandra elegans)*, und besteht aus einer homogenen oder leichtstreifigen Grundsubstanz mit ziemlich vielen, länglichen und spindelförmigen kleinen Körpern, in denen ich hier bestimmt Zellen zu erkennen glaube. Ausserdem finden sich dann noch nach der Auflösung der Spicula durch Essigsäure zahlreiche Lücken, welche diese Bildungen enthalten, die alle von einer scharfen Linie begrenzt sind, wie bei *Dunstervillia*. Bei *Nardoa* glaube ich mich davon überzeugt zu haben, dass diese scharfe Linie der optische Aufdruck einer selbstständigen Scheide der Spicula ist, wenigstens spricht für eine solche Annahme sehr schlagend folgende Thatsache. Bei *Nardoa* ragen in alle Wimpercanäle in mässiger Zahl ziemlich lange und schmale Spicula frei hinein, von denen jede ein Ausläufer einer vierstrahligen Nadel ist, deren übrige drei Strahlen ausserhalb des Flimmerepithels in der Wand der Ausströmungscanäle liegen. Löst man nun die Spicula durch Essigsäure auf, so bleiben an der Stelle des in die Flimmercanäle

hineinragenden Strahles der genannten Spicula zarte Scheiden leer zurück, die durch das Flimmerepithel hindurch in die Wand der Ausströmungscanäle übergehen. Freie Spicula zeigen, der Einwirkung der Essigsäure ausgesetzt, keine solche Scheide und glaube ich daher nicht zu irren, wenn ich die Scheiden der Spicula überhaupt als eine selbstständige Bildung auffasse, die vielleicht mit der Entwickelung dieser zusammenhängt und der Rest von Bildungszellen ist. An der Stelle, wo die genannten Ausläufer der Spicula frei in die Wimpercanäle hineinragen, zeigt sich übrigens noch eine andere räthselhafte Bildung, nämlich eine dunkle, granulirte, kegelförmige Masse, welche den Kalkstrahl und, so schien es mir, auch seine Scheide umhüllt. Von der Fläche gesehen, erscheinen diese Gebilde wie runde Zellen und zeigen erst Profilansichten das wahre Verhältniss (Taf. VII, Fig. 10). In einzelnen Fällen setzte sich diese dunkle, körnige Masse verschmälert auch noch auf den im Epithel steckenden Theil des Kalkstrahles fort, doch gelang es mir leider nicht, die eigentliche Bedeutung dieser sonderbaren Gebilde zu enträthseln" [1]).

Lieberkühn beobachtete die Spicula-Scheiden bei seiner *Grantia botryoides* von Helgoland (= *Ascandra complicata*, H.) und sagt darüber mit Beziehung auf die eben angeführte Mittheilung Kölliker's Folgendes: „An manchen in die Höhle hineinragenden Nadeln erkennt man eine feine Lage der contractilen Substanz, welche zwischen die Wimperzellen vordringt und entweder in feinster Lage die Nadel ganz oder theilweise überzieht, oder in stärkerer Anhäufung nur die Wurzel derselben einschliesst. Bei der Behandlung mit Essigsäure löst sich die Kalknadel auf, die contractile Substanz bleibt dagegen als ein mehr oder weniger dünnwandiges Futteral zurück. In günstigen Fällen lässt die kegelförmige Anhäufung sich auch noch durch das Epithel hindurch verfolgen und im continuirlichen Zusammenhange mit der an manchen Stellen sehr körnerreichen contractilen Substanz erkennen. Ueberdies finden sich dieselben Formen verdickter Scheiden der contractilen Substanz auch vereinzelt auf der freien Aussenfläche. Diese sowohl wie die der Innenfläche sind zurückziehbar" [2]).

Nach meinen eigenen Untersuchungen kommen diese „Scheiden oder Futterale" der Spicula bei den Kalkschwämmen ganz allgemein verbreitet vor, jedoch in verschiedenen Graden der Ausbildung. Bald sind die Scheiden so zart und dünn, dass sie auch bei Betrachtung mit den stärksten Vergrösserungen nur einen einfachen, zarten, obwohl scharfen Contour besitzen; bald sind sie dicker, so dass sie bei einer Vergrösserung von 500—1200 (bisweilen schon bei 300) einen deutlichen und scharfen doppelten Contour zeigen. Sie sind dann schon an der noch im Syncytium liegenden Nadel deutlich sichtbar, erscheinen aber noch viel deutlicher, nachdem der Kalk der Nadeln durch verdünnte Säuren entfernt ist (vergl. Taf. 1, Fig. $3e_1$;

1) Kölliker, Icones histologicae (1864) I. Heft, p. 64.

2) Lieberkühn, Beiträge zur Anatomie der Kalkspongien. Archiv f. Anat. u. Phys. 1865, p. 736.

Taf. 13, Fig. 3e; Taf. 25, Fig. 3s; Taf. 29, Fig. 2; Taf. 41, Fig. $8e_1$). Die dicksten Spicula-Scheiden erreichen eine Dicke von 0,001—0,0012, selten bis 0,0015 Mm.

Am besten kann man die Spicula-Scheiden an denjenigen Nadeln studiren, welche einzeln frei aus dem Körper des Kalkschwammes in das Wasser hineinragen. Das sind vorzugsweise die aussen vorspringenden Stabnadeln der Dermalfläche, und die innen vorspringenden Apical-Strahlen von gastralen Vierstrahlern. Bei den Stabnadeln der Dermalfläche sind die Scheiden gewöhnlich sehr zart und dünn, seltener dick und deutlich doppelt contourirt. Man muss hier die Auflösung des Kalkes durch sehr verdünnte Säure nur sehr langsam und allmählig geschehen lassen, weil sonst die zarten Scheiden durch die sich entwickelnden Gasbläschen zerrissen und unkenntlich werden. Indess gelingt es doch bei manchen stark behaarten, zottigen oder borstigen Kalkschwämmen, durch vorsichtiges Ausziehen des Kalkes die Spicula-Scheiden so gut zu erhalten, dass sie überall aus der Dermalfläche wie zarte Haare vorstehen, und dass der ganze Körper noch eben so zottig oder borstig erscheint, wie vor der Entfernung der Kalkerde.

Viel leichter gelingt es gewöhnlich, sich die Spicula-Scheiden an den Vierstrahlern der Gastralfläche bei solchen Kalkschwämmen zur Anschauung zu bringen, deren Magenwand inwendig stachelig oder borstig ist. Die Stacheln oder Borsten, welche hier frei in die Magenhöhle vorspringen, sind die Apical-Strahlen von Vierstrahlern, deren drei faciale Strahlen in der Gastralfläche liegen. Die Scheiden dieser Apical-Strahlen sind in der Regel ziemlich dick und bewahren nach vorsichtiger Entfernung der Kalkerde durch verdünnte Säure die Gestalt des Apical-Strahles ganz genau (vergl. Taf. 8, Fig. 14g).

Die Spicula-Scheiden sind völlig structurlos, hyalin, farblos, durchsichtig, und scheinen aus einer etwas modificirten und zwar verdichteten Sarcodine zu bestehen. Im Allgemeinen verhalten sie sich gegen Reagentien ebenso wie die Sarcodine selbst; jedoch lösen sie sich in den Lösungsmitteln derselben etwas langsamer und zeigen eine bedeutendere Resistenz. Man darf demnach wohl annehmen, dass die Spicula-Scheiden während der Entwickelung der Spicula an deren Oberfläche durch eine Verdichtung und Erhärtung der unmittelbar umgebenden Sarcodine-Schicht entstehen; mit dieser physikalischen Verdichtung wird auch eine gewisse chemische Veränderung und wahrscheinlich auch Verlust der Contractilität verbunden sein.

Lieberkühn meint, dass die frei vorragenden Scheiden der Spicula sowohl auf der (dermalen) Aussenfläche, als auf der (gastralen) Innenfläche „zurückziehbar" seien. Indess ist dies bestimmt nicht der Fall. Die Scheide überzieht die ganze Nadel als ein vollständiges und bleibendes Futteral. Mit der Nadel kann sie sich wegen deren absoluter Starrheit nicht zurückziehen; ohne die Nadel kann sie sich ebenfalls nicht zurückziehen, da sie unveränderlich an ihrer Oberfläche haftet; auch wäre die physiologische Bedeutung einer solchen Contraction gar nicht abzusehen.

Kölliker fasst die Scheiden der Spicula „als eine selbstständige Bildung auf, die vielleicht mit der Entwickelung dieser zusammenhängt und der Rest von Bildungszellen ist.“ Auch dies ist nicht richtig. Die Spicula entstehen, wie wir später sehen werden, als Ablagerungen von kohlensaurem Kalk mitten in der Sarcodine. Die Spicula-Scheiden entstehen erst nachträglich um die schon gebildeten Nadeln herum. Die ganz jungen Nadeln besitzen noch keine Scheiden.

Kerne *(Nuclei)* scheinen in den Spicula-Scheiden selbst niemals vorzukommen. Allerdings findet man Syncytium-Kerne überall auf den Spicula-Scheiden, und ihnen häufig so innig anliegend, dass sie in deren Substanz eingebettet zu sein scheinen (Taf. 1, Fig. 3d; Taf. 13, Fig. 3; Taf. 25, Fig. 3; Taf. 41, Fig. 8). Bei genauerer Untersuchung überzeugt man sich aber jedesmal, dass diese Nuclei, und ebenso die sie umgebenden (oft sternförmigen) Haufen von Sarcodine-Granula, derjenigen Sarcodine-Schicht angehören, welche unmittelbar die Nadel-Scheiden umgiebt, und dass sie letzteren bloss äusserlich anliegen. Als ein solcher Syncytium-Kern, nebst umgebendem Körnchen-Haufen, ist jedenfalls auch die oben angeführte „räthselhafte Bildung“ zu deuten, welche Kölliker bei *Ascaltis (Nardoa)* als eine „dunkle, granulirte, kegelförmige Masse beschreibt, die den Kalkstrahl und seine Scheide umhüllte“ (l. c. p. 65; Taf. VII, Fig. 10).

b. Die Spicula oder Nadeln des Kalk-Skelets.

Zusammensetzung des Skelets aus Kalk-Nadeln.

Alle Kalkschwämme besitzen ein inneres Skelet aus kohlensaurer Kalkerde, welches sie gegenüber allen anderen Schwämmen characterisirt. Dieses Skelet besteht niemals aus einem continuirlichen Gerüste, sondern immer aus zahlreichen einzelnen Nadeln *(Spicula)*, welche niemals mit einander verschmelzen, auch wenn sie sich auf das Innigste berühren. Das Skelet entsteht in der äusseren Schicht des Weichkörpers, in dem Exoderm, und die Nadeln bleiben stets von einer besonderen dünnen Membran überzogen, der vorher beschriebenen Nadel-Scheide, die sich aus der Sarcodine des Syncytium differenzirt.

Die Spicula der Kalkschwämme zeigen bezüglich ihrer Gestalt, Lagerung und Verbindung einen viel geringeren Grad von Mannichfaltigkeit, als die Kieselnadeln der Kieselschwämme. Von der ausserordentlich reichen Auswahl verschiedenartiger Formen, die bei den letzteren zu finden ist, zeigen die ersteren nur einen ganz geringen Bruchtheil. Trotzdem ist hier, wie dort, die Form der Skelet-Theile vom höchsten morphologischen Werthe und liefert, wie wir später sehen werden, die einzigen sicheren Anhaltspunkte zu einer natürlichen Classification, zu einem genealogischen System der Kalkschwämme.

Die Nadeln der Kalkschwämme zerfallen ihrer Gestalt nach in drei verschiedene Gruppen, — wenn man will: Nadel-Gattungen —, nämlich in einfache, dreistrahlige und vierstrahlige Nadeln. Die einfachen Spicula oder Stabnadeln *(Monosceles)* haben eine einzige, bald gerade, bald gekrümmte Axe. Die dreistrahligen Nadeln oder Dreistrahler *(Trisceles)* bestehen aus drei Schenkeln oder Strahlen, welche in einem gemeinsamen Mittelpunkte zusammentreffen. Die vierstrahligen Nadeln endlich oder Vierstrahler *(Tetrasceles)* besitzen vier verschiedene Schenkel oder Strahlen, die von einem Centrum ausstrahlen.

O. Schmidt hat in seiner neuesten Arbeit [1]), in welcher er die principale Wichtigkeit der Nadelformen für die Morphologie der Spongien richtig hervorhebt, sämmtliche Nadelgestalten der Schwämme nach der Zahl ihrer Axen in vier grosse Gruppen gebracht, nämlich: 1) Einaxige Nadeln, deren Grundform die Spindel ist, ein an beiden Enden gleichmässig zugespitzter Cylinder (Stäbe, Stifte, Stecknadeln, Bogennadeln, Spangen etc.). Man kann diese auch alle zusammen kurz als Stabnadeln oder Einschenkelige *(Monosceles)* bezeichnen. 2) Nadeln, deren Grundform die dreikantige reguläre Pyramide ist (Dreistrahler und Vierstrahler, ferner „Anker mit drei Zähnen" u. s. w.). In meiner generellen Promorphologie habe ich die Körper, welche diese stereometrische Grundform besitzen, als Dreistrahlige *(Triactincta)* bezeichnet (Gen. Morphol. I, p. 474). 3) Sechsstrahler, Hexactinellen oder dreiaxige Nadeln (mit drei auf einander senkrechten Axen). Sind diese drei Axen gleich lang, so ist die Grundform diejenige des hexaedrischen Krystall-Systems, der Würfel oder das reguläre Octaeder. Die Gestalten dieser Grundform sind in der generellen Morphologie als Octaedrische und Hexaedrische aufgeführt. 4) Vielaxige Nadeln (Sterne, Kugelsterne, Walzensterne, Spiralsterne etc.). Wenn diese Sterne regulär sind, so dass die Spitzen aller Strahlen in eine Kugelfläche fallen, so würde ihre Grundform das endosphärische Polyeder sein. Diese sind im System der Promorphologie als Vielaxige *(Polyaxonia)* aufgeführt.

Von diesen vier Hauptformen-Gruppen des Schmidt'schen Systems sind nur die beiden ersten für die Kalkschwämme von Bedeutung, da Kalknadeln, die den beiden letzten Gruppen angehören, Sechsstrahler und Vielaxige, hier nicht vorkommen.

Alle verschiedenen Nadelformen der Kalkschwämme sind entweder Stabnadeln oder Dreistrahler oder Vierstrahler. Sie lassen sich entweder auf die einaxige Form (Stabnadeln) oder auf die dreiseitige Pyramidalform (Dreistrahler und Vierstrahler) in Schmidt's Sinne reduciren. Die Vierstrahler sind jedoch erst als von den Dreistrahlern secundär abgeleitete Formen zu betrachten, und als die Grundform dieser letzteren ist nicht die dreiseitige reguläre Pyramide, sondern die dreiseitige reguläre Doppel-Pyramide zu betrachten.

---

1) O. Schmidt, Atlant. Spong. 1870, p. 2. Grundformen und Variabilität der Kieselkörper.

In Bezug auf ihre Verbreitung und ihre Theilnahme an der Skelet-Bildung der Kalkschwämme haben die drei Gattungs-Formen der Kalknadeln einen sehr verschiedenen Werth. Bei weitem am häufigsten ist die dreistrahlige Nadel; viel weniger verbreitet ist die vierstrahlige und noch spärlicher die einfache Nadel. Wollte man ganz ungefähr das Procent-Verhältniss dieser drei Nadelformen bezüglich ihrer Theilnahme an der Skeletbildung der heute lebenden Kalkschwämme abschätzen, so würde man wohl annähernd das Richtige errathen, wenn man annimmt, dass die Dreistrahler 70, die Vierstrahler 20 und die Stabnadeln 10 Procent der gesammten Nadelzahl bilden.

Ausdrücklich muss hier noch hervorgehoben werden, dass vielaxige Spicula oder Sterne, welche in dem Kiesel-Skelet vieler Kieselschwämme (*Tethya, Geodia, Stelleta* etc.) eine so grosse Rolle spielen, in dem Kalk-Skelet der Kalkschwämme niemals vorkommen. Allerdings findet man solche sternförmige Nadeln, und zwar aus kohlensaurem Kalk bestehend, bisweilen in das Exoderm der verschiedensten Kalkschwämme (Asconen, Leuconen, Syconen) eingesprengt, und ich selbst bin anfänglich in den Irrthum verfallen, sie für integrirende Skelet-Theile zu halten. Auch habe ich von mehreren befreundeten Collegen solche Präparate als „besonders merkwürdige Kalkschwämme mit sternförmigen Nadeln" erhalten. Durch genauere Untersuchung habe ich mich aber bald überzeugt, dass dieselben niemals zu den Kalkschwämmen gehören, in deren Parenchym sie von aussen (von der Dermalfläche) oder von innen (von der Gastralfläche) eingedrungen sind.

Die ursprüngliche Heimath und die Bildungsstätte dieser sternförmigen Kalknadeln ist der Mantel von zusammengesetzten Ascidien. Bekanntlich bilden viele Synascidien solche sternförmige Kalkkörperchen in grosser Menge. Besonders interessant sind in dieser Beziehung mehrere Arten von *Didemnum*, so namentlich das gemeine *D. candidum*, welches fast über die ganze Erdoberfläche verbreitet zu sein scheint, und eine neue, noch kleinere Art, welche ich *D. minimum* nennen will[1]). Bei diesen merkwürdigen Synascidien-Stöcken sind die Personen (oder „Einzelthiere") ausserordentlich klein und atrophisch, die gemeinsame lederartige Masse des Mantels dagegen (die aus Cellulose bestehende Testa), in welcher die Einzelthiere völlig verborgen sind, unverhältnissmässig dick und hypertrophisch. Am stärksten ist dies Missverhältniss bei *Didemnum minimum*, wo die Personen mit blossem Auge nicht sichtbar sind, und erst erkannt werden, wenn man eine Reihe von successiven Schnitten durch die weisse Kruste bei schwacher Vergrösserung durchmustert. Die meisten Schnitte zeigen nichts als eine structurlose Grundsubstanz,

---

1) *Didemnum minimum* finde ich, ebenso wie das nächstverwandte *D. candidum* (dessen Personen beträchtlich grösser sind und dichter stehen), als eine schneeweisse, lederartige Kruste von unregelmässigen Umrissen und 1—3 Mm. Dicke auf Tang, Steinen, Mollusken-Schalen etc. aus verschiedenen Erdtheilen (Mittelmeer, atlantischer Ocean, indischer und pacifischer Ocean).

welche mit Millionen von sternförmigen Kalkkörperchen ganz dicht durchsetzt ist. Auf einzelnen Schnitten dagegen findet man die mikroskopischen Ascidien-Personen, welche in geringer Zahl und durch weite Zwischenräume von einander getrennt in der Grundmasse zerstreut liegen. Sie sind aber so spärlich, dass ich selbst sie erst nach längerem Suchen fand und den Ascidien-Stock anfänglich für einen Kalkschwamm mit sternförmigen Spicula hielt. Als solcher ist er mir auch von verschiedenen Seiten zugeschickt worden. Wenn nach dem Tode dieser Ascidien der Mantel sich auflöst, bleiben die unzerstörbaren Kalksternchen auf dem Meeresgrunde liegen und bilden an manchen Stellen einen nicht unbeträchtlichen Bestandtheil des Meeressandes oder Schlammes. Spongien, welche an solchen Stellen wohnen, nehmen nun sehr leicht solche Kalksternchen mit anderen fremden Körpern in sich auf. Die stacheligen Sternchen gerathen mit den Wasserströmen in das Innere oder bleiben (wie Klettensamen) an der Dermalfläche hängen, bohren sich leicht in Folge äusserer Druckwirkung in das innere Parenchym des Schwammes hinein, und können nun als integrirende Bestandtheile desselben imponiren. So finde ich dieselben in grösserer oder geringerer Menge nicht allein in Hornschwämmen und Kieselschwämmen, sondern auch in vielen Kalkschwämmen (z. B. in manchen Exemplaren von *Ascetta primordialis*, *Ascaltis Darwinii*, *Leucetta sagittata*, *Leucaltis crustacea*, *Sycortis laevigata*, *Sycandra ciliata* etc.). Vielleicht sind auch die sternförmigen Kalkkörperchen, welche Selenka von einer australischen Gumminee *(Lacinia stellifica)* beschreibt, auf diese Weise von aussen in deren Parenchym eingedrungen [1]).

Elementare Structur der Spicula.

Der feinere Bau der Kalk-Nadeln der Calcispongien, soweit er mit unseren gegenwärtigen Untersuchungs-Hülfsmitteln erkennbar ist, scheint im Wesentlichen derselbe zu sein, wie bei den Kiesel-Nadeln der Kieselschwämme; d. h. jedes einfache Spiculum (Stabnadel) oder jeder Schenkel (Strahl) einer dreistrahligen oder vierstrahligen Nadel besteht aus einem System von zahlreichen concentrischen, sehr dünnen Blättern, Hohlcylindern oder Hohlkegeln, welche eine gemeinsame Axe, einen sehr feinen Centralfaden, geschichtet umgeben. Jedoch ist diese elementare Structur der Spicula bei den Kalkschwämmen viel schwieriger zu erkennen, als bei den Kieselschwämmen, und daher zeigen die Angaben der Autoren hierüber die grössten Widersprüche.

Robert Grant, der scharfsichtige Beobachter, dem wir sowohl die Entdeckung als die erste genauere Beschreibung der Kalkschwämme verdanken, giebt schon 1826 an, dass die Kalk-Nadeln derselben einen centralen Canal enthalten. Er sagt bei der Beschreibung von *Sycandra (Spongia) compressa:* „The rays of the tri-radiate

1) Selenka, Ueber einige neue Schwämme aus der Südsee. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVII, 1867, p. 568.

spiculum are hollow within, shut at their free extremities, and have no superficial openings; but their internal cavities communicate freely at their point of junction, and form there a small central reservoir.“ — „The other spiculum, the clavate, is distinctly tubular and shut at both extremities“ [1]). OSCAR SCHMIDT vermisste in den Nadeln der Kalkschwämme sowohl den Central-Canal als die concentrische Schichtenbildung [2]). BOWERBANK dagegen erkannte die letztere, während er des ersteren nicht erwähnt: „The concentric deposition of the layers of silex or carbonate of lime in the spicula are readely to be seen in transverse fractures of almost any large spiculum, either siliceous or calcareous“ [3]). KÖLLIKER sagt wiederum (1864): „Nach Allem, was wir wissen, zeigen die Nadeln der Kalkschwämme keinen besonderen inneren Bau, und entbehren namentlich auch der Schichtung und des Centralcanales, der bei den Kieselnadeln so gewöhnlich ist“ [4]). CARTER endlich behauptet (1869), dass der Centralcanal bei den Kalkschwämmen nur hie und da sichtbar sei, dass die concentrische Schichtung dagegen fehle [5]).

Nach meinen eigenen Untersuchungen ist sowohl der „Central-Canal“ oder „Centralfaden“, als auch die concentrische Schichtung in den Kalk-Nadeln der Calcispongien ganz allgemein vorhanden, ebenso wie bei den Kiesel-Nadeln der Kieselschwämme; und es ist demnach die elementare Structur der Spicula bei den Schwämmen überhaupt im Wesentlichen überall dieselbe, mag nun das Material kohlensaurer Kalk oder Kieselerde, verbunden mit organischer Substanz sein. Dass diese feinere Structur den meisten der bisherigen Beobachter bei den Kalkschwämmen entging, liegt an zwei Umständen: Erstens ist der „Central-Canal“ oder „Centralfaden“ durchschnittlich bei den Kalkschwämmen viel feiner als bei den Kieselschwämmen, und zweitens ist wegen der eigenthümlichen Lichtbrechung der kohlensauren Kalkerde sowohl der Centralfaden als die concentrische Schichtung viel schwieriger unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte wahrzunehmen, als es bei den ganz anders lichtbrechenden Kiesel-Nadeln der Kieselschwämme der Fall ist. Der Unterschied in dem Brechungs-

---

1) ROBERT GRANT, Edinburgh New Philosoph. Journal, Vol. I, 1826, p. 167.

2) OSCAR SCHMIDT, Adriat. Spong. p. 8: „Bei allen Formen (von Nadeln), welche analog den pflanzlichen und thierischen Theilen nicht durch eine der krystallinischen Apposition entfernt ähnliche Schichtenablagerung, sondern mit totalem Substanzwechsel wachsen, fehlt der Centralcanal. In diese Kategorie dürften sämmtliche Kalkbildungen der Calcispongien gehören.

3) BOWERBANK, Brit. Spong. Vol. I, p. 6 (1864).

4) KÖLLIKER, Icones histologicae, 1864, Vol. I, p. 54.

5) CARTER, Annals and Mag. of nat. hist. 1869, Vol. III, p. 466: „In the spicules of *Grantia (Sycandra) ciliata* a trace of a central canal may often be seen towards the base of the straight arm of the triradiate spicule; and perhaps this may be patent here and there. — The calcareous spicules present not the concentric lamination seen in the siliceous one, although bóth break with a similar conchoidal fracture.“

Exponenten der Kieselerde und des Spiculins ist bedeutend grösser als der Unterschied in dem Brechungs-Exponenten der Kalkerde und des Spiculins.

Der Centralfaden, welcher den Central-Canal der Kalk-Spicula ausfüllt, ist bei den meisten Kalkschwämmen unmessbar fein, und kann gewöhnlich erst bei einer Vergrösserung zwischen 300 und 600, in vielen Fällen sogar erst bei einer Vergrösserung von 800—1200 überhaupt wahrgenommen werden. Wenn man den Focus des Mikroskopes scharf auf die Axe des Nadelschenkels einstellt, erscheint er als eine sehr zarte und blasse, gleichmässig breite Linie, welche sich zwar nur sehr wenig, aber doch deutlich und scharf von den zunächst liegenden innersten Lamellen der Nadelsubstanz abhebt. In vielen Fällen, wo man ihn bei gerade durchfallendem Lichte, auch bei sehr enger Diaphragma-Oeffnung, nicht wahrnimmt, wird er deutlich, sobald man schiefe Beleuchtung anwendet. Bei einzelnen Arten von Kalkschwämmen ist der Centralfaden bedeutend dicker und daher auch deutlicher, als es sonst gewöhnlich der Fall ist, so namentlich unter den Asconen bei *Ascetta primordialis* (Taf. 1, Fig. 2; Taf. 5, Fig. 1), *A. sceptrum* (Taf. 5, Fig. 4), *Ascaltis Lamarckii* (Taf. 10, Fig. 4); unter den Leuconen bei *Leucetta primigenia* (Taf. 21, Fig. 9, 16, 17), *Leucortis pulvinar* (Taf. 29, Fig. 8—10, 16—18), *Leucandra ochotensis* (Taf. 34, Fig. 3b); unter den Syconen bei *Sycetta primitiva* (Taf. 41, Fig. 5), *Sycandra villosa* (Taf. 52, Fig. 3t), *S. hystrix* (Taf. 56, Fig. 2). In einzelnen Fällen finden sich hie und da monströse Spicula, welche sich durch hypertrophischen, sehr dicken Centralfaden auszeichnen. Solche habe ich namentlich zuweilen unter den Leuconen bemerkt, z. B. bei *Leucandra caminus* (Taf. 33, Fig. 1g, 1i). Der Centralfaden wird dann doppelt contourirt, und erreicht eine messbare Dicke, bis zu 0,001—0,003 Mm., sehr selten bis zu 0,005 Mm. und darüber. Immer liegen solche monströse Nadeln ganz einzeln zwischen der gewöhnlichen Form mit feinem Centralfaden. Durch einen glücklichen Zufall beim Zerbrechen dieser monströsen Nadeln ist es mir ein paar Mal gelungen, den Centralfaden als ein selbstständiges Gebilde wahrzunehmen, welches an dem einen Bruchende der Nadel aus deren Central-Canal eine ganz kurze Strecke frei hervortrat. Bisweilen wird der Centralfaden in solchen Nadeln, in denen man ihn nicht ohne Weiteres wahrnimmt, deutlich, sobald man dieselben ganz schwach glüht. Er bräunt sich dann und tritt bei schräg durchfallendem Lichte deutlich hervor. Bei stärkerem Glühen wird der Centralfaden ganz zerstört; der sehr enge Central-Canal, in welchem derselbe eingeschlossen liegt, tritt dann bisweilen sehr deutlich hervor, andere Male ist er nicht wahrzunehmen.

In allen Fällen, wo der Centralfaden sehr deutlich war, habe ich denselben als ein gleich dickes Gebilde durch die ganze Länge der Nadel bis zu deren Spitze verfolgen können. Ich vermuthe daher, dass der Centralfaden an beiden Enden der Stabnadeln, und ebenso an allen Schenkel-Spitzen bei den Dreistrahlern und Vierstrahlern, mit der Sarcodine des Syncytium in unmittelbarer Verbindung steht, und wohl auch

seiner chemischen Beschaffenheit nach nicht oder nur wenig verschieden ist. Bei den Kieselnadeln der Kieselschwämme nimmt man gewöhnlich an, dass der Central-Canal, welcher den Centralfaden enthält, an beiden Enden geschlossen ist. Ich vermuthe indess, dass auch hier, wie bei den Kalkschwämmen, eine kleine, wenn auch sehr enge Oeffnung an der Spitze existiren wird, durch welche der Centralfaden mit der Sarcodine des Syncytium in Verbindung steht. Ohne diese Annahme wäre das Wachsthum des Centralfadens kaum zu erklären.

Bei denjenigen Dreistrahlern und Vierstrahlern, deren Central-Canal sehr deutlich ist, sieht man gewöhnlich (aber nicht immer) im Centrum der Nadel eine kleine kugelige Höhle, von welcher die drei oder vier Central-Canäle ausstrahlen. Diese Centralhöhle des Spiculum scheint von einem kugeligen Sarcodine-Knopf erfüllt zu sein, in welchem die drei oder vier Centralfäden sich vereinigen, z. B. *Ascetta primordialis* (Taf. 1, Fig. 1); *Leucetta primigenia* (Taf. 21, Fig. 9, 16, 17); *Sycetta primitiva* (Taf. 41, Fig. 5).

Wie die Weite des Central-Canals und die Dicke des darin eingeschlossenen Fadens bei den verschiedenen Species der Kalkschwämme, und oft auch bei den verschiedenen Nadelformen einer Species sehr verschieden ist, so kann sie auch bei den Individuen einer und derselben Nadelform in einer Species sehr variiren. In manchen Fällen bin ich auch bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen (1200—1600) und aller optischen Vorsichtsmassregeln nicht im Stande gewesen, den Centralfaden deutlich und scharf zu erkennen; dennoch möchte ich annehmen, dass der Central-Canal und der darin enthaltene Centralfaden in den Kalknadeln aller Kalkschwämme ein constantes Gebilde ist, wie es wahrscheinlich auch von allen Kieselnadeln der Kieselschwämme gelten dürfte.

Dasselbe gilt nun auch von der übrigen Elementar-Structur der Kalknadeln, und namentlich von der concentrisch-lamellösen Schichtung oder Blätter-Structur derselben. Diese ist in den meisten Fällen bei einer Vergrösserung von 300—600 leicht wahrzunehmen, obwohl Carter sie noch in neuester Zeit (1869) ausdrücklich leugnet. Wenn sie nicht ohne Weiteres sichtbar ist, kann man sie sich gewöhnlich leicht entweder durch Anwendung schiefer Beleuchtung oder durch schwaches Anglühen der Kalknadeln zur Anschauung bringen. Bei den meisten grösseren Nadeln ist sie so deutlich ausgeprägt, dass sie schon bei schwächerer Vergrösserung hervortritt.

Man überzeugt sich von der Zusammensetzung der Kalknadeln aus zahlreichen dünnen, concentrischen Lamellen (Hohlcylindern oder Hohlkegeln) am leichtesten auf Querschnitten oder Querbrüchen, wie sie namentlich von den grösseren Nadeln sehr leicht zu erhalten sind. Man sieht dann auf der transversalen Schnittfläche oder Bruchfläche ein System von sehr zahlreichen und feinen concentrischen Linien, welche um den gemeinsamen Mittelpunkt (den Querschnitt des Centralcanals) in sehr geringen

Abständen herumlaufen (Taf. 48, Fig. 5). Wenn die Kalknadeln (wie gewöhnlich) cylindrisch, spindelförmig oder konisch sind, so bilden die concentrischen Linien Kreise; wenn sie dagegen mehr oder minder abgeplattet sind (was selten der Fall ist), so bilden sie Ellipsen. Auf dem scheinbaren Längsschnitt der Nadeln bilden die concentrischen Lamellen natürlich parallele Längsstreifen, welche in vielen Fällen deutlich sichtbar sind.

Die Bruchfläche der Spicula ist bei den Kalkschwämmen allgemein muschelig, wie schon CARTER (l. c.) richtig angiebt („break with a conchoidal fracture"). Auch auf sehr unregelmässigen muscheligen Bruchflächen tritt dennoch die concentrische Zeichnung oft deutlich hervor. Die Zusammensetzung der Kalknadeln aus concentrischen Blättern ist vielleicht von grosser Bedeutung für die Vergleichung der Spicula mit anorganischen Krystallen, bei denen ja ebenfalls die „Blätter-Structur" ganz allgemein ist.

Chemische und physikalische Beschaffenheit der Spicula.

Die Nadeln oder Spicula, welche das Skelet der Kalkschwämme zusammensetzen, bestehen aus kohlensaurem Kalk, welcher mit Wasser und einer geringen Menge organischer Substanz in eigenthümlicher Weise verbunden ist. Die bisherigen Beobachter der Kalkschwämme haben diese eigenthümliche Zusammensetzung und die damit verbundene Elementar-Structur meist gar nicht berücksichtigt, sondern ohne Weiteres angenommen, dass die Nadeln bloss aus kohlensaurem Kalk bestehen. Eine Ausnahme macht O. SCHMIDT, welcher 1862 ausdrücklich sagt: „Unzweifelhaft betheiligt sich an dem Aufbau der Nadeln der Kalkschwämme eine organische Masse, was unter Anderem daraus hervorgeht, dass beim Glühen der Kalknadeln kleine Blasen sich zu erheben pflegen" [1]). Auch BOWERBANK scheint eine Mischung von kohlensaurem Kalk und organischer Substanz darin anzunehmen, wie aus folgender Bemerkung hervorgeht: „The calcareous spicula of *Grantia compressa* (= *Sycandra compressa*, H.) withstood incineration better than I expected. The surface was studded with numerous little vesicles, generated by the heat, and which interfered with their transparency; but they retained nearly their original colour and proportions, and it may therefore be concluded that they contained so great a proportion of calcareous matter as to prevent their disintegration by heat" [2]). Dagegen bemerkt KÖLLIKER: „Ob ausser den Kalksalzen auch eine organische Substanz an dem Aufbaue dieser Nadeln sich betheiligt, scheint mir nicht so unzweifelhaft wie O. SCHMIDT, und scheint mir der Umstand viel mehr Beachtung zu verdienen, dass beim Auflösen der Nadeln in schwachen Säuren, Essigsäure z. B., keinerlei Rückstand bleibt." Ebenso

1) O. SCHMIDT, Adriat. Spong. (1862) p. 7.

2) BOWERBANK, British Spong. Vol. I, p. 10.

scheinen alle anderen Autoren keine organische Substanz in den Kalknadeln anzunehmen.

Nach meinen eigenen Untersuchungen ist die kohlensaure Kalkerde der Nadeln sicher bei sehr vielen Kalkschwämmen, wahrscheinlich bei allen, mit einer geringen, aber sehr wechselnden Menge organischer Substanz verbunden. Die chemische Natur dieser Kohlenstoff-Verbindung ist sehr schwierig zu ermitteln, da die Quantität derselben nach Auflösung des Kalks durch Säuren immer sehr gering erscheint. Wahrscheinlich ist sie stickstoffhaltig und nur wenig von der organischen Substanz des Centralfadens und der Sarcodine verschieden. Ich will diese „organische Grundlage" oder Kohlenstoff-Verbindung der Kalk-Spicula, die vielleicht mit derjenigen der Kiesel-Spicula bei den Kieselschwämmen identisch oder nahe verwandt ist, der Kürze halber Spiculin nennen.

Die Quantität, in welcher die kohlensaure Kalkerde und das Spiculin bei den verschiedenen Arten der Kalkschwämme und bei den verschiedenen Nadeln einer Art die Spicula-Substanz zusammensetzen, ist sehr schwer zu bestimmen und vorläufig kaum annähernd zu schätzen. Die Spicula sind sehr schwierig aus dem Gewebe des Syncytium zu entfernen und von ihren Scheiden zu reinigen. Nur bei wenigen Arten finden sich in grösserer Menge die colossalen Spicula von 1—5 Mm. Länge, welche mit blossem Auge deutlich sichtbar und leichter zu isoliren sind, und gerade diese Arten gehören meist zu den selteneren. Aber nur an völlig isolirten und gereinigten Nadeln lässt sich natürlich die quantitative Zusammensetzung mit einiger Sicherheit schätzen. Ich möchte nach sehr zahlreichen, dahin gerichteten Versuchen annehmen, dass in den Nadeln aller Kalkschwämme die Quantität der kohlensauren Kalkerde viel beträchtlicher ist als diejenige des Spiculins, so zwar, dass diese letztere im höchsten Falle etwa ein Zehntel des Nadel-Volums, im geringsten Falle dagegen weniger als ein Hundertel oder selbst ein Tausendtel des Volums beträgt. Nadeln, in welchen gar keine Spur von Spiculin nachzuweisen war, die also rein aus kohlensaurem Kalke beständen, sind mir nicht vorgekommen.

Meine Versuche bestanden theils darin, dass ich die kohlensaure Kalkerde durch verdünnte Säuren (Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure) entfernte, theils darin, dass ich das Spiculin zerstörte, und zwar entweder durch Glühen oder durch Maceration in kaustischen Alkalien (Kali, Natron).

Die Behandlung der Nadeln mit verdünnten Säuren erfordert die grösste Vorsicht. Nur wenn die Säure sehr stark verdünnt ist und sehr allmählig einwirkt, bleibt das Spiculin erhalten. Sobald dagegen die Säure einigermassen stark einwirkt, wird das zarte Spiculin durch die rasch sich entwickelnden Gas-Bläschen von Kohlensäure zerrissen und in unscheinbare Fetzen aufgelöst. Sobald mit der gehörigen Vorsicht der Kalk durch Auflösen in verdünnten Säuren entfernt wurde, blieb das Spiculin in Gestalt eines sehr zarten und unansehnlichen Häutchens zurück, das oft kaum wahr-

nehmbar war, aber beim Eintrocknen stets sichtbar wurde. Dieser Rückstand war völlig farblos und structurlos, färbte sich durch Carmin, Jod, Salpetersäure etc. nicht, löste sich in verdünnten Säuren nicht; wurde aber durch kaustische Alkalien nach kürzerer oder längerer Einwirkung völlig gelöst. Die Quantität des Spiculin-Rückstandes war bei allen mit Säure behandelten Nadeln so gering, dass eine nähere Untersuchung nicht möglich war.

Viel lehrreicher war die Untersuchung der Nadeln mit kaustischen Alkalien oder mit Glühproben. Es ergab sich hierbei bald zwischen den Kalknadeln der verschiedenen Arten eine sehr beträchtliche Verschiedenheit, welche ich am einfachsten durch Annahme eines verschiedenen Procent-Gehaltes an Kalk und Spiculin erklären zu können glaube. Die beiden Extreme, welche in dieser Beziehung bei allen drei Familien der Kalkschwämme vorkommen, welche aber durch alle möglichen Zwischenstufen vermittelt werden, verhalten sich folgendermassen:

Das eine Extrem bilden die Kalknadeln, welche ganz überwiegend aus Kalk bestehen und nur sehr wenig Spiculin enthalten, wahrscheinlich weniger als ein Procent, oft vielleicht weniger als ein Promille des Volums. Es sind das namentlich Stabnadeln von der einfachsten Form (Spindeln, Pfähle, Stricknadeln, überhaupt haplopole Monaxonien); ferner unter den Dreistrahlern und Vierstrahlern diejenigen, welche als die phylogenetisch ältesten zu betrachten sind, welche also die ursprüngliche Stammform des regulären Dreistrahlers beibehalten haben oder wenig von ihr abgewichen sind; vor allen also die Stammformen der drei natürlichen Familien: *Ascetta primordialis, Leucetta primigenia, Sycetta primitiva;* ferner vorzugsweise die Dreistrahler mit geraden, konischen oder cylindrischen Schenkeln von der einfachsten Form. Die Natur dieser spiculin-armen Kalknadeln lässt sich am besten an den colossalen regulären Dreistrahlern von *Leucetta primigenia* (Taf. 21, Fig. 16) und anderen Arten studiren. Wenn man diese mit blossem Auge deutlich sichtbaren Nadeln, deren Schenkel 1—3 Mm. lang, 0,1—0,3 Mm. dick sind, auf dem Platinblech vorsichtig und langsam glüht, so verlieren sie zunächst ihr krystallartiges, wasserklares Aussehen und ihre vollkommene Durchsichtigkeit. Sie werden trübe, bläulich-opalisirend, bisweilen ganz blau, und dann fast milchweiss. Unter dem Mikroskope erscheinen sie bei auffallendem Lichte mehr oder weniger bläulich, bisweilen intensiv blau, bei durchfallendem Lichte gelblich-braun, bisweilen dunkelbraun. Wie sich an den muscheligen Bruchflächen von Fragmenten zeigt, geht die braune Färbung durch die ganze Dicke der Nadeln hindurch. Jedoch ist sie meistens am intensivsten in der Axe und deren Umgebung. Bei sehr starker Vergrösserung sieht man in der Axe dann oft sehr deutlich den verkohlten Centralfaden, in Gestalt eines dunkelbraunen, sehr feinen Striches oder einer Reihe von braunen Körnchen. Auch eine feine, diesem Faden parallele Längsstreifung ist oft deutlich sichtbar, und auf Querschnitten ein System von feinen concentrischen Ringlinien, der lamellösen Structur entsprechend.

Setzt man nun diese spiculin-armen Nadeln einer stärkeren Glühhitze aus, so wird das Krystallwasser frei und sie zerspringen unter Knistern in viele kleine Fragmente mit muscheligem Bruch. Bei fortgesetztem Glühen zerfallen diese in eine krümelige Masse, aus lauter amorphen, sehr kleinen Kalkkörnchen bestehend. Maceration in kaustischem Alkali übt auf diese spiculin-armen Kalknadeln nur sehr geringe Wirkung aus. Sie erscheinen oft fast gar nicht verändert; andere Male nur leicht angegriffen, wie oberflächlich zerfressen oder fein körnig.

Das andere Extrem bilden die Kalknadeln, welche neben dem vorwiegenden Kalk eine beträchtliche Quantität Spiculin, vielleicht bis gegen zehn Procent des Volums enthalten. Hierher gehören vor allen die complicirteren Formen der Stabnadeln (vorzugsweise diplopole Monaxonien), und unter den Dreistrahlern und Vierstrahlern diejenigen, welche als sehr stark modificirte, durch Anpassung beträchtlich umgebildete oder abgeleitete, also phylogenetisch junge Formen zu betrachten sind; mithin vorzugsweise sagittale und irreguläre Dreistrahler und Vierstrahler, mit stark gekrümmten oder verbogenen Schenkeln; solche besitzen z. B. *Ascandra variabilis, Leucetta pandora, Sycandra ampulla* etc. Diese spiculin-reichen Kalknadeln werden schon durch die Maceration in kaustischem Alkali sehr stark angegriffen, zerfressen oder fast siebartig durchlöchert; bei schwächerer Vergrösserung erscheinen sie fein granulirt oder dicht punktirt; bei sehr starker Vergrösserung sieht man, dass die ganze Masse der Nadeln mehr oder weniger arrodirt oder zerfressen ist; und zwar scheint oft der Kalkrest ein dichtes Gitterwerk mit sehr engen Maschen zu bilden. In diesen Maschen, die bald rundlich, bald polygonal, namentlich bisweilen deutlich sechseckig erscheinen, lagen offenbar Spiculin-Körner, welche durch das kaustische Alkali gelöst wurden. Noch viel stärker werden diese spiculin-reichen Kalknadeln durch das Glühen angegriffen. Schon bei schwachem Anglühen werden sie braun, dann schwärzlich, und bei starker Vergrösserung sieht es aus, als ob die ganze Kalkmasse der Nadel von kleinen, schwarzen Kohlen-Partikelchen durchsetzt sei. Bei stärkerem Glühen werden diese verbrannt und es treten an ihre Stelle leere Lücken. Die übrig bleibende Kalk-Basis der Nadel erhält dann dasselbe zerfressene Aussehen, wie nach längerer Einwirkung von kaustischem Natron. Auch der braune Centralfaden und die concentrisch-lamellöse Schichtung tritt schon nach schwachem Anglühen bei diesen spiculin-reichen Kalknadeln sehr deutlich hervor. Dagegen scheinen sie viel weniger Krystallwasser als die spiculin-armen Nadeln zu enthalten, und zerspringen nicht unter Knistern. Einige von den spiculin-reichsten Nadeln verändern bei anhaltendem Glühen sogar ihre Form, indem sie sich biegen oder verkrümmen; und nach längerem Glühen bleibt nur ein unansehnlicher Rest von isolirten Kalk-Körnchen zurück.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass der Kalk und das Spiculin nicht gleichmässig durch die ganze Substanz der Spicula vertheilt, sondern in einer eigenthüm-

lichen, noch näher zu bestimmenden Weise innerhalb der Nadel-Lamellen geordnet sind; vielleicht wechseln spiculin-reichere, concentrische Lamellen auch mit spiculin-ärmeren ab.

Sehr bemerkenswerth ist es, dass die spiculin-reichen Nadeln unter dem Mikroskop viel dunkler und glänzender, viel stärker lichtbrechend erscheinen, als die matten und blassen, spiculin-armen Nadeln. Schon an diesem sehr verschiedenen optischen Verhalten kann man die beiden Extreme auf den ersten Blick unterscheiden, die jedoch, wie gesagt, durch zahlreiche Zwischenstufen verbunden sind. In polarisirtem Lichte erscheinen die Spicula der Kalkschwämme doppelbrechend.

Die Dichtigkeit und Elasticität der Kalknadeln ist bei den verschiedenen Kalkschwämmen beträchtlich verschieden. Offenbar hängt auch diese Verschiedenheit von der wechselnden Quantität und Qualität des Spiculins oder der organischen Substanz ab, welche in den Spicula mit der kohlensauren Kalkerde verbunden ist. Je mehr das Kalksalz in den Nadeln überwiegt, desto fester und starrer, aber auch spröder und brüchiger sind dieselben. Je mehr dagegen die Kohlenstoff-Verbindung überwiegt, desto biegsamer und elastischer werden die Spicula. Durch besondere Elasticität sind die sehr langen und feinen einfachen Nadeln ausgezeichnet, welche den Peristom-Kranz bei den kranzmündigen Kalkschwämmen bilden. Sie lassen sich stark biegen, ohne zu zerbrechen, und springen bei nachlassendem Druck eine weite Strecke schnellend fort.

Hauptformen und Nebenformen der Spicula.

I. Dreistrahler *(Triscеles).*

(Dreistrahlige oder dreischenkelige Nadeln. *Spicula triradiata*).

Die dreistrahligen oder dreischenkeligen Nadeln *(Spicula triradiata)*, die wir ein für allemal kurz als „Dreistrahler" *(Triscеles)* bezeichnen, bilden in ganz überwiegender Masse das Skelet der Kalkschwämme, so dass die Stabnadeln sowohl als die Vierstrahler stark dagegen zurücktreten. Auch in dieser Beziehung verhalten sich die Kalkschwämme den Kieselschwämmen entgegengesetzt, bei denen die einfache Stabnadel eine viel grössere Rolle spielt, als die dreistrahlige und die vierstrahlige Nadel.

Die dreistrahligen Nadeln der Kalkschwämme liegen stets völlig in dem Exoderm eingeschlossen und treten niemals theilweise frei über die innere Fläche des Canalsystems oder über die äussere Fläche der Haut hervor, wie es die Stabnadeln und die Vierstrahler sehr allgemein thun.

O. Schmidt fasst in seinem System Dreistrahler und Vierstrahler zusammen, indem er die letzteren von den ersteren ableitet, und als gemeinsame Grundform die dreikantige reguläre Pyramide annimmt. Auch ich bin überzeugt, dass die

Vierstrahler (und zwar phylogenetisch) von den Dreistrahlern abzuleiten und wirklich historisch aus diesen entstanden sind. Ich trenne hier die Vierstrahler nur der Uebersichtlichkeit halber. Ausserdem aber bin ich nicht überzeugt, dass die genannte Grundform wirklich die ursprüngliche ist.

Unter den Dreistrahlern begegnen uns nämlich zunächst, und zwar gerade bei sehr einfachen, niederen, und offenbar phylogenetisch alten Kalkschwämmen, absolut reguläre Formen. Das gilt namentlich unter den Asconen von *Ascetta primordialis* (Taf. 1, Fig. 1), *A. coriacea* und *A. clathrus* (Taf. 5, Fig. 2, 3); unter den Leuconen von *Leucetta primigenia* (Taf. 21, Fig. 9, 16, 17) und *L. trigona* (Taf. 22, Fig. 1); unter den Syconen von *Sycetta primitiva* (Taf. 41, Fig. 5, 6). Bei allen diesen primitiven Formen von Kalkschwämmen sind die Dreistrahler, welche hier ganz allein das Skelet bilden, ganz regulär: d. h. die drei Strahlen sind an Grösse und Gestalt völlig gleich, stossen unter völlig gleichen Winkeln von 120° zusammen, und liegen genau in einer Ebene. Und zwar sind nicht allein bei den eben angeführten, sondern auch bei vielen anderen Kalkschwämmen sämmtliche Dreistrahler in dieser absoluten Regelmässigkeit gebildet, und die einzelnen Abweichungen sind individuelle, durch specielle Anpassungen bedingte Abnormitäten, wie sie überall auftreten. Da andere Nadeln gerade bei den erstgenannten Kalkschwämmen fehlen, und sie auch wegen der ganz ausserordentlichen Variabilität in der Ausbildung des Canalsystems und der Individualität als sehr einfache und uralte Stammformen anzusehen sind, so liegt es nahe, gerade diese absolut reguläre Form des dreistrahligen Sterns als den Ausgangspunkt der ganzen Formengruppe, als die Urform des Dreistrahlers anzusehen. Die meisten anderen Formen der Dreistrahler und sämmtliche Vierstrahler würden dann aus dieser Urform dadurch abzuleiten sein, dass sich die beiden Seitenflächen des absolut regulären Dreistrahlers differenziren, und indem sich der Mittelpunkt über die ursprüngliche Mittelebene erhebt, eine ideale Axe entsteht, die nun wirklich die Grundform der dreiseitigen Pyramide bestimmt.

Da nun aber die beiden Seitenflächen der absolut regulären Dreistrahler völlig congruent sind, mit anderen Worten, da die beiden Pole der idealen Mittelaxe, welche man durch den realen Mittelpunkt des Dreistrahlers legen kann, völlig gleich sind, so ist seine stereometrische Grundform nicht die dreiseitige reguläre Pyramide (Homostauren-Form des promorphologischen Systems), sondern die sechsseitige reguläre Doppelpyramide oder auch das dreiseitige reguläre Prisma (wie bei dem zur Familie der Acanthodesmiden gehörigen Radiolar *Prismatium tripleurum*[1])). Wir brauchen nun bloss die realen Axen der drei Kalkstrahlen bei den genannten Kalk-

---

1) Das merkwürdige *Prismatium tripleurum*, dessen Skelet vollkommen die Form eines regulären dreiseitigen Prisma besitzt, habe ich abgebildet in dem Atlas, der meine Monographie der Radiolarien begleitet (Taf. II, Fig. 24). Andere Beispiele von organischen Formen, deren Grundform das Hexagonal-Dodekaeder ist, habe ich in meiner generellen Promorphologie angeführt (Gen. Morphol. I, p. 438).

schwämmen über den Mittelpunkt hinaus um ihre eigene Länge zu verlängern, um drei gleiche Kreuzaxen zu erhalten, welche sich unter gleichen Winkeln (von 60°) schneiden, und welche zugleich senkrecht auf der gemeinsamen idealen Hauptaxe in deren Mittelpunkt stehen. Dadurch erhalten wir aber die zwölfseitige reguläre Doppelpyramide oder das Hexagonal-Dodekaeder, und dies ist bekanntlich die Grundform des hexagonalen Krystallsystems. Dieser Umstand erscheint von der grössten Bedeutung, wenn wir uns erinnern, dass gerade in diesem Krystall-systeme der kohlensaure Kalk als Kalkspath krystallisirt. Es eröffnet sich uns dadurch die Aussicht, die sonderbare Form der Dreistrahler und der Vierstrahler (von denen die letzteren jedenfalls aus den ersteren abzuleiten sind) bei den Kalk-schwämmen auf die Krystallisations-Gesetze des Kalkspaths zurückzuführen, die allerdings vermöge seiner eigenthümlichen Verbindung mit der organischen Grund-substanz in eigenthümlicher Weise modificirt und weiterhin vielfach durch secundäre Anpassung gestört erscheinen.

Die wichtige Stelle in den Atlant. Spong. (p. 3), in welcher Oscar Schmidt seine Ansicht von der ursprünglichen typischen Grundform der Dreistrahler und Vierstrahler ausspricht, lautet wörtlich folgendermassen: „Es giebt unter den Drei-strahlern auch flache Sterne, deren Mittelpunkt mit den Enden der Strahlen in einer Ebene liegt. Man wird jedoch über diese Dreistrahler und ihr Verhältniss zu einer anzunehmenden stereometrischen Grundform erst durch Zuziehung der in beiden Ab-theilungen der Spongien sich findenden Vierstrahler orientirt. Es kommt bei diesen wohl vor, dass alle vier Strahlen unter gleichen Winkeln von ihrem Centrum aus-gehen, und in diesem Falle entsteht durch die Verbindung der Strahlenenden ein Tetraeder; auch können die vier Strahlen als die von dem Mittel- (hier auch Schwer-) Punkte des Körpers auf die Flächen fallenden Senkrechten aufgefasst werden. Allein dieser Fall der vollen Uebereinstimmung des vierten Strahles mit den drei anderen ist nur ein besonderer. Die Regel ist, dass der vierte Strahl der Axe oder dem Höhen-perpendikel einer dreiseitigen Pyramide entspricht, und etwa in dem Schwerpunkte der Pyramide mit den drei anderen Strahlen sich trifft. Dass diese Auffassung die richtige, geht aus der nicht seltenen Varietät hervor, wo der Vierstrahler durch Verlängerung des vierten Strahles zwischen die drei Basalstrahlen hinein zum Fünf-strahler geworden" (l. c. p. 3). — „Schwierigkeiten macht uns nur noch die Frage, inwiefern die Natur des Kalkes und des Kiesels sich mit den auf das dreiseitige Prisma bezogenen strahligen und ankerförmigen Gestalten verträgt. Für den Kiesel lässt es sich zurecht kommen, für den Kalk nicht. Da wir eben für die höchst prägnanten dreiaxigen Kieselkörper nur zwischen dem dreiaxigen und dem drei- und einaxigen System zu wählen haben, und das hexagonale nicht in Betracht kommen kann, so müssen wir uns an das den Mineralogen unbequeme Factum erinnern, dass die in amorphe Grundsubstanz eingesprengten Quarzkrystalle nicht selten von dem

hexagonalen System abweichende Axenanlagen zeigen, und dass um so mehr bei unseren Spongiennadeln mit ihrer organischen Grundlage und Mischung auch andere Gestaltungen, als die der krystallographischen Systeme zu erwarten waren."

Obgleich diese Erklärung zunächst sehr einfach erscheinen mag, kann ich sie doch für die Kalk-Spicula der Kalkschwämme nicht gelten lassen. Für die Kieselnadeln der Kieselschwämme ist sie vielleicht richtig, da es gar nicht nothwendig ist, dass die Phylogenie der Vierstrahler und Dreistrahler bei Kieselschwämmen und Kalkschwämmen dieselbe ist; vielmehr die Uebereinstimmung der Nadelformen bei dem gänzlich verschiedenen mineralischen Skelet-Material als eine zufällige erscheint. Für die Kalkschwämme erscheint es mir aber viel einfacher und natürlicher, der obigen Anschauung entsprechend, für die ursprüngliche (und älteste!) Grundform aller Dreistrahler und Vierstrahler den schon angeführten absolut regulären Dreistrahler zu halten, dessen drei gleich grosse und gleich gestaltete Schenkel in einer Ebene liegen und unter Winkeln von 120° zusammenstossen.

Aus dem absolut regulären Dreistrahler lassen sich alle übrigen Formen der Dreistrahler (und weiterhin auch die Vierstrahler) durch Modificationen ableiten, welche durch verschiedenartige Anpassungs-Verhältnisse bedingt sind. Zum Theil können wir diese letzteren direct nachweisen. Die Verhältnisse des Canalsystems und der in ihm sich bewegenden Wasserströme treten hier vor allen gestaltbestimmend in den Vordergrund. Die zahlreichen Modificationen der absolut regulären Dreistrahler, welche dadurch hervorgebracht werden, können sämmtlich auf drei wesentliche Vorgänge zurückgeführt werden, nämlich: I. Differenzirung der drei (ursprünglich gleichen) Schenkel; II. Differenzirung der drei (ursprünglich gleichen) Winkel; III. Differenzirung der beiden (ursprünglich gleichen) Flächen der Dreistrahler (Hervortreten einer Seite über die Ebene, in welcher die drei Strahlen liegen).

1. Die Differenzirung der Schenkel betrifft entweder alle drei oder nur zwei von den drei Schenkeln, und man kann demnach überhaupt bezüglich der Strahlen-Beschaffenheit (ohne Rücksicht auf die Winkel) folgende drei Formen von dreistrahligen Nadeln unterscheiden: 1) Gleichschenkelige Dreistrahler *(Trisceles isosceles)*: Alle drei Strahlen von gleicher Form und Grösse. 2) Paarschenkelige Dreistrahler *(Trisceles zygosceles)*: Zwei Strahlen gleich, der dritte ungleich. 3) Ungleichschenkelige Dreistrahler *(Trisceles allosceles)*: Alle drei Strahlen ungleich.

Die paarschenkeligen Dreistrahler spielen bei allen drei Familien der Kalkschwämme eine wichtige Rolle und sind weit verbreitet. Sie verdienen desshalb eine besondere Berücksichtigung. Wir bezeichnen den unpaaren Strahl, welcher sich durch Grösse oder Form von den beiden anderen unterscheidet, als ersten oder basalen Strahl. Die beiden anderen, unter sich gleichen Strahlen (zweiten und dritten) nennen wir laterale Strahlen. Gewöhnlich sind diese letzteren kürzer,

seltener länger als der basale Strahl. Meistens sind auch die lateralen Strahlen dünner, als der Basal-Strahl. Häufig sind die ersteren gekrümmt, während der letztere gerade bleibt.

2. Die Differenzirung der Winkel bei den dreistrahligen Nadeln betrifft ebenfalls entweder alle drei oder nur zwei von den drei Winkeln und man kann demnach überhaupt bezüglich der Winkel-Beschaffenheit (ohne Rücksicht auf die Schenkel) folgende drei Formen von dreistrahligen Nadeln unterscheiden: 1) Gleichwinkelige Dreistrahler *(Triscel es isogoni):* Alle drei Winkel von gleicher Grösse. 2) Paarwinkelige Dreistrahler *(Triscel es zygogoni):* Zwei Winkel gleich, der dritte ungleich. 3) Ungleichwinkelige Dreistrahler *(Triscel es allogoni):* Alle drei Winkel ungleich.

Die paarwinkelige Beschaffenheit ist gewöhnlich (jedoch keineswegs immer) mit der paarschenkeligen combinirt, und wegen der besonderen Wichtigkeit und weiten Verbreitung dieser Form ist es nothwendig, ihre Winkel besonders zu bezeichnen. Den unpaaren Winkel, welcher dem Basal-Strahl gegenüber liegt und von den beiden lateralen Strahlen eingeschlossen wird, nennen wir den unpaaren oder oralen Winkel, weil derselbe meistens dem Oral-Pol des Körpers zugekehrt ist. Die beiden anderen, unter sich gleichen Winkel (zweiten und dritten), welche von dem Basal-Strahl und einem der beiden lateralen Strahlen eingeschlossen werden, nennen wir paarige oder laterale Winkel. Diese letzteren sind gewöhnlich kleiner als der unpaare oder orale Winkel, welcher zwischen 120 und 180° schwankt. Dem entsprechend variiren die beiden lateralen Winkel zwischen 90 und 120°. Selten sind sie kleiner oder grösser. Bei der Mehrzahl der paarwinkeligen Dreistrahler mag der unpaare oder orale Winkel 140—150°, die beiden paarigen oder lateralen entsprechend 105—110° betragen.

3. Die Differenzirung der beiden Flächen der Dreistrahler besteht wesentlich darin, dass die ursprünglich gleichpolige ideale Hauptaxe, in deren Mitte sich die drei Strahlen treffen, und auf der sie senkrecht stehen, ungleichpolig wird. Sie verlängert sich nach einem Pole hin und die drei Strahlen treffen nun mit ihr nicht mehr unter rechten, sondern unter spitzen Winkeln zusammen. Dem entsprechend treten die drei Strahlen aus der Ebene, in welcher sie ursprünglich lagen, auf einer Seite hervor. Diese Ebene wird dadurch zu der Grundfläche einer dreiseitigen Pyramide, deren Kanten von den Strahlen gebildet werden, und die Spitze von dem gemeinsamen Vereinigungspunkte, in dem sie zusammentreffen. Die Linie, welche diesen Vereinigungspunkt mit dem Mittelpunkte der idealen dreiseitigen Grundfläche verbindet, ist die Axe der Pyramide oder die einseitig verlängerte Hauptaxe des Dreistrahlers.

Die Dreistrahler (und ebenso die Vierstrahler) zeigen ursprünglich ein ganz bestimmtes Lagerungs-Verhältniss zum Canalsystem, dessen Wände sie stützen. Die

Ebene, in welcher die drei Strahlen ursprünglich liegen, ist tangential auf dem cylindrischen Hohlraume des Canals, in dessen Wand die Nadel liegt. Jeder Radius des Canals steht mithin senkrecht auf jener ursprünglichen Ebene des Dreistrahlers. Wir können mit Bezug auf dieses ganz bestimmte Lagerungs-Verhältniss des Dreistrahlers (und ebenso des Vierstrahlers) die beiden Seitenflächen der Nadel bezeichnen. Die der Canalaxe zugewendete Fläche nennen wir die Canal-Seite *(Facies canalis)*. Die entgegengesetzte, vom Canal abgekehrte, und gewöhnlich der äusseren Hautfläche zugewendete Fläche des Dreistrahlers nennen wir die Dermal-Seite *(Facies dermalis)*.

Ganz allgemein können wir also in dieser Beziehung zwei Hauptformen von dreistrahligen Nadeln unterscheiden: 1) Gleichseitige Dreistrahler *(Trisceles isophanes)*: Dermalfläche und Canalfläche gleich. Hauptaxe gleichpolig. 2) Ungleichseitige Dreistrahler *(Trisceles allophanes)*: Dermalfläche und Canalfläche verschieden. Hauptaxe ungleichpolig. Die stereometrische Grundform der ersteren ist die dreiseitige Doppel-Pyramide oder das dreiseitige Prisma, diejenige der letzteren die dreiseitige einfache Pyramide. Erstere gehören im promorphologischen System zu den Isostauren, letztere zu den Homostauren.

Die Spitze der dreiseitigen Pyramide, welche die Grundform des ungleichseitigen Dreistrahlers ist, liegt stets auf dessen Dermalseite, die Basis entsprechend auf der Canalseite. Die Axe der Pyramide, über ihre Basis hinaus verlängert, schneidet fast immer die Axe des cylindrischen Canals, dessen Wand der Dreistrahler stützt. Wenn man eine Ebene durch die Axe der Pyramide und einen der drei Strahlen (oder Pyramiden-Kanten) legt, so erhält man als Durchschnittsfläche der Pyramide ein Dreieck. Dieses Dreieck ist stets stumpfwinkelig, und zwar ist der stumpfe Winkel meistens sehr gross. Sehr häufig sind die Strahlen der ungleichseitigen Dreistrahler mehr oder minder (besonders an der Basis) gekrümmt, indem sie die cylindrische Canalfläche ein wenig umfassen.

Specielle Formen der Dreistrahler.

Durch Combination der drei angeführten Differenzirungs-Processe, welche die Schenkel, die Winkel und die Flächen der Dreistrahler betreffen, ergiebt sich eine grosse Anzahl specieller Formen, die für die Species-Unterscheidung die besten Anhaltspunkte liefern. Am wichtigsten ist in dieser Beziehung die Differenzirung der Schenkel, weil sie einerseits die characteristische Form der Dreistrahler am meisten bestimmt, und weil sie anderseits innerhalb der Species sich am beständigsten vererbt. Nächstdem ist in zweiter Linie die Differenzirung der Winkel von grosser Bedeutung, weil sie ebenfalls die Gestalt wesentlich bestimmt, obwohl sie mehr der Anpassung unterliegt. Am unwesentlichsten, und erst in dritter Linie zu berücksichtigen ist die Differenzirung der Flächen, welche sich am wenigsten vererbt

und am meisten innerhalb einer Species variirt. Sie ist sogar so bedeutungslos, dass wir bei der nachstehenden Uebersicht der speciellen Formen ganz davon absehen und uns auf die Beschaffenheit der Schenkel und Winkel beschränken können.

Alle verschiedenen Formen der Dreistrahler bringe ich in drei Hauptgruppen, welche ich als reguläre, sagittale und irreguläre Dreistrahler unterscheide. I. Reguläre Dreistrahler sind solche, bei denen sowohl die drei Winkel als die drei Schenkel gleich sind. II. Sagittale Dreistrahler nenne ich diejenigen, bei denen entweder die drei Schenkel oder die drei Winkel oder endlich sowohl die drei Schenkel als die drei Winkel paarweise differenzirt sind. III. Irreguläre Dreistrahler sind solche, bei denen entweder die drei Schenkel oder die drei Winkel oder endlich sowohl erstere als letztere ungleich sind.

I. Reguläre Dreistrahler *(Trisceles regulares)*.

Die regulären Dreistrahler, die „Equiangular triradiate Spicula" von Bowerbank, halte ich desshalb für besonders wichtig, weil ich in ihnen die gemeinsame Stammform aller dreistrahligen und vierstrahligen Spicula zu erkennen glaube. Alle anderen Dreistrahler und Vierstrahler lassen sich nach der vorher gegebenen Auseinandersetzung von dieser Urform durch Anpassung ableiten. Sie steht der krystallinischen Form des kohlensauren Kalkes vor allen am nächsten, und wenn meine oben gegebene Deutung richtig ist, wäre sie geradezu als hemiaxonie Form des Hexagonal-Dodekaeders aufzufassen. Dem entsprechend ist gerade in diesen regulären Dreistrahlern nur sehr wenig organische Substanz (Spiculin) und ganz überwiegend kohlensaurer Kalk vorhanden.

Die Regelmässigkeit der Nadel-Form ist bei denjenigen Kalkschwämmen, bei denen das Skelet ausschliesslich oder vorwiegend durch reguläre Dreistrahler gebildet wird, so mathematisch genau, dass man Hunderte oder Tausende von Nadeln messen kann, ohne die geringste Abweichung von der absolut regulären Gestalt zu finden. Alle drei Winkel sind genau $= 120^0$ und alle drei Schenkel sind genau von gleicher Grösse und Form. Das hindert aber natürlich nicht einzelne leichte Abweichungen und Unregelmässigkeiten, die hier, wie überall, desshalb von grosser Bedeutung sind, weil sie durch Vererbung constant werden und neue Formen hervorrufen können. Am leichtesten tritt bei den regulären Dreistrahlern eine schwache Differenzirung der beiden Flächen, seltener eine Ungleichheit der Schenkel und am seltensten eine Divergenz der Winkel ein. Durch die schwache Differenzirung der beiden Flächen geht die isostaure in die homostaure Grundform über. Aus der dreiseitigen regulären Doppelpyramide entsteht eine dreiseitige reguläre Pyramide, die jedoch stets sehr niedrig bleibt. Die Axe derselben ist immer nur sehr kurz. Strenggenommen müsste man demnach unter den regulären Dreistrahlern eigentlich noch zwei untergeordnete Formen unterscheiden, nämlich:

1. Perreguläre Dreistrahler: Die drei Winkel und die drei Schenkel, sowie die beiden Flächen absolut gleich.

2. Subreguläre Dreistrahler: Die drei Winkel oder die drei Schenkel oder die beiden Flächen ein wenig, aber kaum merklich differenzirt (die Winkel höchstens um einige Grade verschieden; die beiden Flächen bisweilen stark differenzirt).

Bei den Asconen sind die regulären Dreistrahler am häufigsten; sie finden sich hier bei 4 Species von *Ascetta*, wo sie ausschliesslich das Skelet bilden (*A. primordialis*, *A. coriacea*, *A. clathrus*, *A. sceptrum*; Taf. 5, Fig. 1—4). Ferner bilden sie die Hauptmasse des Skelets bei 12 anderen Ascon-Arten, nämlich: gemischt mit Vierstrahlern bei 5 Species von *Ascaltis* (Taf. 10, Fig. 1—5); gemischt mit Stabnadeln bei *Ascortis horrida* (Taf. 12, Fig. 1); gemischt mit Vierstrahlern und Stabnadeln bei 6 Species von *Ascandra* (Taf. 14, Fig. 1—6). Demnach finden sich unter den 39 Ascon-Species nicht weniger als 16, bei denen entweder das ganze Skelet oder doch die Hauptmasse desselben aus regulären Dreistrahlern besteht.

Bei den Leuconen spielen die regulären Dreistrahler ebenfalls eine grosse Rolle. Sie bilden ausschliesslich das Skelet bei 2 Species von *Leucetta* (*L. primigenia*, Taf. 21, Fig. 9, 16, 17; *L. trigona*, Taf. 22, Fig. 1a—1f). Ferner bilden sie die Hauptmasse des Skelets (gemischt mit regulären Vierstrahlern) bei *Leucaltis floridana* (Taf. 26, Fig. 12—17). Ausserdem kommen reguläre Dreistrahler, gemischt mit sagittalen und irregulären, bei vielen anderen Leuconen vor.

Bei den Syconen haben dagegen die regulären Dreistrahler eine sehr untergeordnete Bedeutung. Hier wird nur bei einer einzigen Art das Skelet ausschliesslich von denselben gebildet (*Sycetta primitiva*, Taf. 41, Fig. 5). Ferner bilden sie (gemischt mit regulären Vierstrahlern) die Hauptmasse des Skelets bei *Sycaltis perforata* (Taf. 46, Fig. 6—9). Ausserdem finden sie sich, gemischt mit sagittalen und irregulären Dreistrahlern, oder mit Vierstrahlern und Stabnadeln, bei vielen verschiedenen Sycon-Arten vor, immer jedoch in geringer Menge.

2. Sagittale Dreistrahler (*Trisceles sagittales*).

Die sagittalen Dreistrahler sind für die Systematik der Kalkschwämme von der grössten Bedeutung, insofern die höchst mannichfaltige Differenzirung ihrer gepaarten Winkel und Schenkel vorzugsweise die Species-Bildung beeinflusst. Die Differenzirung der beiden Flächen ist auch hier meistens gering und von sehr untergeordnetem Werthe. Je nachdem entweder bloss die Winkel oder bloss die Schenkel, oder sowohl die Winkel als auch die Schenkel paarig differenzirt sind, unterscheide ich folgende drei Hauptformen von sagittalen Dreistrahlern:

1. Gleichwinkelige und paarschenkelige Dreistrahler: Die drei Winkel sind völlig gleich (= 120°); die drei Schenkel sind dagegen paarig differenzirt, so dass die beiden lateralen Schenkel unter sich gleich, gewöhnlich kürzer

(seltener länger) als der basale Strahl sind. Diese Form ist nicht selten; sie bildet ausschliesslich das Skelet bei *Ascetta blanca* (Taf. 5, Fig. 5). Gemischt mit anderen Formen von Dreistrahlern findet sie sich bei vielen Arten von Leuconen (z. B. *Leucaltis solida*, Taf. 27, Fig. 3). Bisweilen verlängert sich der basale Strahl auf Kosten der beiden lateralen so stark, dass die letzteren nur als kurze Gabeläste des ersteren erscheinen. Diese Form hat Bowerbank „Elongo-equiangulated triradiate Spicula" genannt (Brit. Spong. Vol. I, p. 233, Pl. II, Fig. 38). Sie findet sich z. B. bei *Ascortis lacunosa* (Taf. 12, Fig. 2). Wenn die beiden verkürzten Lateral-Strahlen sich etwas krümmen, nennt Bowerbank diese Form „Exflected elongo-equiangulated triradiate Spicula" (Brit. Spong. Vol. I, p. 233, Pl. II, Fig. 39). Sie ist sehr häufig an den Distal-Kegeln der Syconen.

2. Gleichschenkelige und paarwinkelige Dreistrahler: Die drei Schenkel sind völlig gleich in Grösse und Form; die drei Winkel sind dagegen paarig differenzirt, so dass die beiden paarigen oder lateralen Winkel unter sich gleich, gewöhnlich kleiner (selten grösser) als der unpaare oder orale Winkel sind. Diese Form ist im Ganzen selten; sie bildet ausschliesslich das Skelet bei *Ascetta vesicula* (Taf. 5, Fig. 6). Ausserdem findet sie sich gemischt mit anderen Dreistrahlern bei einzelnen Leuconen und vielen Syconen, immer jedoch in geringer Menge.

3. Paarschenkelige und paarwinkelige Dreistrahler: Die drei Schenkel sowohl als die drei Winkel sind paarig differenzirt. Diese Form des sagittalen Dreistrahlers ist die bei weitem häufigste. Gewöhnlich ist a. der basale Schenkel länger als die beiden lateralen und der unpaare Winkel grösser als die beiden paarigen (diese Form bildet ausschliesslich das Skelet bei *Ascetta sagittaria*, Taf. 5, Fig. 7; *Leucetta sagittata*, Taf. 22, Fig. 2a—2d; *Sycetta sagittifera*, Taf. 42, Fig. 2—4). Ausserdem ist sie die überwiegende Nadelform bei der Mehrzahl der Syconen, und nicht minder häufig bei sehr vielen Leuconen; bei den Asconen ist sie nächst der regulären ebenfalls die häufigste Dreistrahler-Form. Seltener ist b. der basale Schenkel kürzer als die lateralen und zugleich der unpaare Winkel grösser als die paarigen (z. B. *Leucortis pulvinar*, Taf. 29, Fig. 6, 12, 13; *Leucandra saccharata*, Taf. 38, Fig. 14). Sehr selten ist dagegen c. der unpaare Winkel kleiner als die paarigen, und dann sind die beiden lateralen Schenkel bald länger, bald kürzer als der basale. Diese Form findet sich bei einzelnen Syconen gemischt unter die gewöhnlichen sagittalen Dreistrahler, hier und da auch bei Leuconen, sehr selten bei Asconen.

Eine einzelne Modification dieser seltenen Form ist der gabelförmige Dreistrahler, bei welchem die beiden lateralen Schenkel parallel laufen (z. B. *Leucetta pandora*, Taf. 23, Fig. h). Diese Form hat Bowerbank unter dem Namen „Inequifurcato-triradiate" beschrieben (Brit. Spong. Vol. I, p. 268, Pl. X, Fig. 237). Gray hat späterhin sogar auf diese Nadelform ein besonderes Genus gegründet; *Lelapia*,

mit der Diagnose: „Spicules elongate, fusiforme, with two more or less elongated nearly parallel branches at one end" (Proceed. Zool. Soc. 1867, p. 557).

Besonders wichtig unter den sehr zahlreichen Modificationen der paarschenkeligen und paarwinkeligen Dreistrahler ist der rechtwinkelige Dreistrahler („Rectangular triradiate" von BOWERBANK, Brit. Spong. Vol. I, p. 233, Pl. I, Fig. 37). Bei dieser Form wächst der orale Winkel bis zu 180° und die beiden lateralen Strahlen liegen entweder in ihrer ganzen Länge oder doch mit ihren apicalen Theilen in einer geraden Linie, auf welcher der basale Strahl senkrecht steht. Der letztere ist bald kürzer, bald länger als die lateralen. Die rechtwinkeligen Dreistrahler kommen in allen drei Familien der Kalkschwämme sehr häufig vor, z. B. unter den Asconen bei *Ascandra sertularia* (Taf. 15, Fig. 4a), *Ascandra nitida* (Taf. 16, Fig. 2a); unter den Leuconen bei *Leucandra Gossei* (Taf. 32, Fig. 2b) und *Leucandra ochotensis* (Taf. 34, Fig. 3a); unter den Syconen bei *Sycandra arctica* (Taf. 55, Fig. 1g, t), *Sycandra compressa* (Taf. 55, Fig. 2g, t) und vielen anderen Arten. Besonders häufig finden sich die rechtwinkeligen Dreistrahler in den dünnwandigen Rüsseln oder Oscular-Röhren bei allen drei Familien (namentlich an der Rüsselmündung), und ferner an den proximalen Theilen der Radial-Tuben bei den Syconen, wo dieselben der Gastralfläche aufsitzen.

3. Irreguläre Dreistrahler *(Trisceles irregulares)*.

Irreguläre Dreistrahler nenne ich alle diejenigen, bei welchen entweder alle drei Winkel oder alle drei Schenkel oder endlich sowohl die drei Winkel als die drei Schenkel ungleich sind. Es gehören mithin in diese Kategorie alle Dreistrahler, welche weder regulär noch sagittal sind. Indessen lässt sich ein scharfer Unterschied zwischen diesen drei Kategorien überhaupt nicht ziehen und es giebt ebenso subsagittale Mittelformen zwischen den sagittalen und irregulären Dreistrahlern, wie die regulären und irregulären Dreistrahler durch subreguläre verknüpft sind. Die Mannichfaltigkeit der Formen unter den irregulären Dreistrahlern ist übrigens sehr gross, ohne dass dieselben jedoch die morphologische Bedeutung erlangten, wie die verschiedenen Formen der sagittalen Dreistrahler. Genau genommen würde man unter den irregulären Dreistrahlern folgende Kategorien unterscheiden müssen:

A. Irreguläre Dreistrahler mit drei ungleichen Schenkeln,
   a. mit gleichen Winkeln,
   b. mit paarweise differenzirten Winkeln.
B. Irreguläre Dreistrahler mit drei ungleichen Winkeln,
   a. mit gleichen Schenkeln,
   b. mit paarweise differenzirten Schenkeln.
C. Irreguläre Dreistrahler mit ungleichen Winkeln und Schenkeln.

Diese letzteren allein können eigentlich als völlig irreguläre Dreistrahler gelten. Da

sie jedoch sehr variabel und mit den beiden ersteren Kategorien durch zahlreiche Zwischenformen verbunden sind, und oft innerhalb einer Species (z. B. *Leucetta pandora*, Taf. 23) mit allen möglichen übrigen Formen der Dreistrahler gemischt vorkommen, so erscheint eine besondere Unterscheidung derselben und ihrer untergeordneten Formen überflüssig.

Irreguläre Dreistrahler finden sich unter den Asconen im Ganzen selten. Sie bilden ausschliesslich das Skelet bei *Ascetta flexilis* (Taf. 5, Fig. 8); und gemischt mit Stabnadeln bei *Ascortis fragilis* (Taf. 12, Fig. 5a—5g). Sehr häufig sind dieselben dagegen in der Familie der Leuconen; bei *Leucetta pandora* (var. *anomala* und *loculifera*; Taf. 23) bilden sie das ganze Skelet; bei vielen Arten von *Leucandra* die Hauptmasse des Skelets; gemischt mit anderen Dreistrahlern kommen sie bei sehr vielen Leuconen vor. In der Familie der Syconen endlich sind die irregulären Dreistrahler wiederum seltener zu finden, nur hier und da, besonders in der dermalen oder gastralen Fläche einiger Sycandra-Arten, stets gemischt mit sagittalen, subregulären oder regulären Dreistrahlern.

II. **Vierstrahler** *(Tetrasceles)*.

(Vierstrahlige oder vierschenkelige Nadeln. *Spicula quadriradiata)*.

Die vierstrahligen oder vierschenkeligen Nadeln *(Spicula quadriradiata)*, die wir ein für allemal kurz als Vierstrahler *(Tetrasceles)* bezeichnen, spielen bei den Kalkschwämmen zwar eine weniger bedeutende Rolle, als die Dreistrahler, kommen aber doch in weiter Verbreitung und in zahlreichen verschiedenen Modificationen vor.

Nach unserer, vorher (p. 184) bereits begründeten Anschauung sind die Vierstrahler der Kalkschwämme von den Dreistrahlern abzuleiten. Dem entsprechend steht der vierte Strahl, der für sie characteristisch ist, als ein secundäres Product in einem bestimmten morphologischen Gegensatz zu den drei übrigen, primären Strahlen, welche ursprünglich gleichwerthig sind. Wir bezeichnen durchgehends diese drei letzteren als die facialen Strahlen, und unterscheiden bei ihnen, falls sie paarschenkelig differenzirt sind (wie bei den Dreistrahlern), den unpaaren (ersten) Strahl als basalen Strahl, die beiden anderen (zweiten und dritten) als laterale Strahlen. Den vierten Strahl dagegen, welcher die Vierstrahler als solche characterisirt, nennen wir ein für allemal den apicalen Strahl.

Die Vierstrahler der Kalkschwämme liegen seltener ganz im Parenchym eingeschlossen (wie es die Dreistrahler immer sind). Vielmehr sind gewöhnlich nur die drei facialen Strahlen im Parenchym eingebettet, und der vierte oder apicale Strahl ragt frei über dessen Oberfläche hervor. Daher nennt Bowerbank die Vierstrahler überhaupt „Spiculated triradiate spicula". Gewöhnlich springt der apicale Strahl in das Lumen des Canalsystems hinein, und dann heissen sie bei Bowerbank

„Internal defensive Spicula". Jedoch giebt es auch viele Kalkschwämme, bei denen die Vierstrahler ganz im Parenchym verborgen sind und bloss als Stützskelet dienen („Skeleton spicula" von BOWERBANK).

Die stereometrische Grundform der Vierstrahler ist in allen Fällen eine dreiseitige Pyramide; und wenn der vierte oder apicale Strahl gerade ist, so entspricht er meistens (aber keineswegs immer) dem Höhen-Perpendikel dieser Pyramide, während ihre Grundfläche durch die Spitzen der facialen Strahlen bestimmt wird. Niemals kommt es bei den Kalkschwämmen vor, dass sich der apicale Strahl über den Vereinigungspunkt der vier Schenkel hinaus nach entgegengesetzter Richtung verlängert, wodurch der Vierstrahler zum Fünfstrahler würde, wie es bei den kieseligen Vierstrahlern vieler Kieselschwämme der Fall ist.

Um uns in der grossen Formen-Mannichfaltigkeit der Vierstrahler zurecht zu finden, müssen wir auch hier, wie bei den Dreistrahlern, zunächst die ursprüngliche (und phylogenetisch älteste) Form aufsuchen, aus der wir die übrigen ableiten können. Wenn wir die Vierstrahler isolirt für sich betrachten, so könnte es am einfachsten erscheinen, als die Urform den absolut regulären Vierstrahler anzusehen, bei welchem die vier Strahlen völlig gleich sind und unter gleichen Winkeln von einem gemeinsamen Mittelpunkte ausstrahlen. In diesem scheinbar einfachsten Falle existirt keinerlei Gegensatz zwischen dem apicalen und den drei facialen Strahlen, und es ist daher unmöglich, den apicalen Strahl überhaupt zu erkennen und von den drei anderen zu unterscheiden. Verbindet man die vier Spitzen der Strahlen mit einander durch gerade Linien, so entsteht das reguläre Tetraeder. Bei den Radiolarien kommen solche absolut reguläre vierstrahlige Nadeln (aus Kieselerde gebildet!) in geometrisch reiner Form vor, und sicher als ursprüngliche Formen[1]). Auch bei den Kalkschwämmen sind wirklich (wenn auch sehr selten) solche reguläre Vierstrahler bisweilen zu finden (z. B. bei *Leucandra cucumis*, *L. stilifera*, *L. saccharata*).

Man könnte nun ernstlich versuchen, die verschiedenen Formen der Vierstrahler aus dieser (als ursprünglich angenommenen) Grundform des absolut regulären Vierstrahlers durch Differenzirung der Strahlen, und zwar zunächst durch Entwickelung eines Gegensatzes zwischen dem einen (apicalen) und den drei anderen (facialen) Strahlen abzuleiten. Indess würde dieser Versuch kein natürliches Verständniss dieser Formen eröffnen. Vielmehr ist der absolut reguläre Vierstrahler als eine späte (und seltene) Entwickelungsform, keineswegs aber als ursprüngliche Urform aufzufassen. Wie schon O. SCHMIDT richtig bemerkt hat (s. oben S. 183), ist der „Fall der vollen Uebereinstimmung des vierten Strahles mit den drei anderen nur ein

---

1) Absolut reguläre vierstrahlige Kieselnadeln finden sich unter den Radiolarien z. B. bei *Rhaphidozoum acuferum* (in meiner Monographie der Radiolarien p. 529; Taf. XXXII, Fig. 9—11); in Zwillingsformen bei *Sphaerozoum ovodimare* und *S. punctatum* (ebendaselbst p. 527, Taf. XXXIII, Fig. 5—9).

besonderer. Die Regel ist, dass der vierte Strahl dem Höhenperpendikel einer dreiseitigen Pyramide entspricht." Bei den vorher angeführten Kalkschwämmen, wo wirklich absolut reguläre Vierstrahler bisweilen vorkommen, finden sie sich nur selten und einzeln, gemischt mit der Hauptmasse von regulären, sagittalen und irregulären Vierstrahlern. In der That ist hier der absolut reguläre Vierstrahler nur ein seltener, besonderer Fall des polymorphen subregulären Vierstrahlers. Uebersieht man den ganzen Formenkreis der dreistrahligen und vierstrahligen Nadeln bei den Kalkschwämmen, und insbesondere die speciellen Verhältnisse ihrer Verbreitung und Anordnung, so scheint mir kein Zweifel darüber zu bleiben, dass die Vierstrahler erst durch secundäre Anpassung aus den Dreistrahlern sich entwickelt haben, und zwar dadurch, dass der vierte (apicale) Strahl aus dem Vereinigungspunkte der drei anderen (facialen) Strahlen hervorsprosste.

Wenn diese Ansicht die richtige ist, so werden wir als die Urform des Vierstrahlers einen regulären Dreistrahler anzusehen haben, aus dessen Centrum auf einer Seite ein vierter Strahl sich zu entwickeln begann, und zwar senkrecht auf der Fläche, in welcher die drei gleichen Strahlen liegen. Die stereometrische Grundform dieser Urform ist die reguläre dreiseitige Pyramide (Triactinoten-Form der Homostauren-Gruppe). Diese Urform finden wir nicht selten in geometrisch reiner Gestalt verwirklicht, und von ihr müssen wir alle übrigen Formen der Vierstrahler ableiten, durch Differenzirung theils der Strahlen, theils der Winkel, theils der Seiten. Wie bei den Dreistrahlern wollen wir diese drei Differenzirungs-Processe zunächst gesondert betrachten, und nachher in ihrer Combination.

1. Die Differenzirung der vier Schenkel. Hierbei müssen wir unterscheiden: erstens die Differenzirung des vierten (apicalen) Strahles von den drei anderen (facialen) Strahlen, und zweitens die Differenzirung der drei letzteren unter sich. Aus den eben vorausgeschickten Bemerkungen über die Urform des Vierstrahlers geht schon hervor, dass die erstere Sonderung eine ursprüngliche, die letztere eine erworbene ist.

Da der morphologische Gegensatz des vierten Strahles und der drei anderen Strahlen nach unserer Auffassung ein ursprünglicher ist, da der Vierstrahler erst aus dem Dreistrahler durch Entwickelung eines vierten Strahles entstanden ist, so können wir bezüglich des ersteren Falles eigentlich gar nicht von einem wirklichen Process der Differenzirung in genetischem Sinne reden. Es ist gar keine Hervorbildung ungleichartiger Theile aus gleichartiger Grundlage vorhanden. Nur dann würden wir von einer solchen ausgehen können, wenn die Urform aller Vierstrahler der absolut reguläre Vierstrahler wäre. Der erste Process seiner Differenzirung würde dann die Ausbildung eines Gegensatzes zwischen dem vierten und den drei übrigen Strahlen sein, und erst in zweiter Linie würden sich diese letzteren unter einander differenziren. Nun haben wir aber bereits gesehen, dass jener absolut reguläre Vier-

strahler allerdings bei den Kalkschwämmen vorkommt, aber nur scheinbar als Urform. In der That ist er ein spätes und zufälliges Entwickelungs-Product, eine besondere und seltene Form des sogleich zu betrachtenden regulär-pyramidalen Vierstrahlers.

Wir müssen also den sonst immer vorhandenen Gegensatz zwischen den drei facialen und dem vierten apicalen Strahle als einen ganz ursprünglichen auffassen, und es bleibt als wirklicher Process der Strahlen-Differenzirung nur die Ausbildung von Unterschieden der drei facialen Strahlen unter sich übrig. Diese erfolgt bei den Vierstrahlern ganz in derselben Weise, wie bei den Dreistrahlern, und bezeugt auch hierdurch die Richtigkeit unserer oben entwickelten Auffassung.

Ganz abgesehen von dem vierten oder apicalen Strahle, sowie von der Beschaffenheit der Winkel und Seiten, können wir demnach bezüglich der Gleichheit oder Ungleichheit der drei facialen Strahlen, ebenso wie bei den Dreistrahlern, folgende drei Hauptformen unterscheiden: 1) Gleichschenkelige Vierstrahler *(Tetrasceles isosceles)*: Die drei facialen Schenkel von gleicher Form und Grösse. 2) Paarschenkelige Vierstrahler *(Tetrasceles zygosceles)*: Die drei facialen Schenkel sagittal differenzirt: der eine (basale) Schenkel grösser oder kleiner als die beiden anderen (lateralen) Schenkel, welche unter sich gleich sind. 3) Ungleichschenkelige Vierstrahler *(Tetrasceles allosceles)*: Die drei facialen Schenkel ungleich.

2. Die Differenzirung der Winkel. Um die Winkel der Vierstrahler richtig zu beurtheilen und zu messen, sind mindestens zwei verschiedene Ansichten derselben unter dem Mikroskop zur gegenseitigen Erläuterung zu gewinnen und zu vergleichen. Die erste oder Facial-Ansicht trifft den Vierstrahler in solcher Lage, dass die Spitzen der drei facialen Strahlen (oder diese selbst in ihrer ganzen Länge) in der Ebene des Gesichtsfeldes liegen; der vierte oder apicale Strahl ist entweder dem Beobachter gerade entgegengekehrt oder von ihm abgewendet und erscheint daher mehr oder minder verkürzt (Taf. 10, Fig. 2b, 3b, 5c; Taf. 14, Fig. 4b, 5e). Um nun von der Form und Stellung dieses apicalen Strahles, sowie von dem Winkel, welchen er mit den facialen Schenkeln bildet, eine richtige Vorstellung zu erhalten, muss man den Vierstrahler mindestens noch von einer andern Seite betrachten, und zwar am besten in der zweiten oder Profil-Ansicht. Bei dieser liegt der vierte Strahl (und meistens zugleich der erste oder basale Strahl) in seiner ganzen Länge in der Ebene des Gesichtsfeldes; die beiden lateralen Strahlen dagegen erscheinen verkürzt, indem sie senkrecht oder schief auf jener Ebene stehen und der eine Strahl dem Beobachter zugekehrt, der andere abgewendet ist (Taf. 10, Fig. 2c, 2d, 3c, 5d; Taf. 51—56, Fig. a, m—n). Den Winkel zwischen basalem und apicalem Schenkel, welcher bei dieser Profil-Ansicht dem Beobachter sich öffnet, lassen wir aus den angeführten Gründen zunächst ausser Betracht. Wir werden denselben nachher (wenn wir die Differenzirung der Seiten untersuchen) noch in's

Auge zu fassen haben. Hier interessiren uns nur die Winkel zwischen den drei facialen Strahlen, wie sie bei der Facial-Ansicht der Vierstrahler gemessen werden können.

Diese drei facialen Winkel verhalten sich genau so wie bei den Dreistrahlern, wie nach dem so eben Gesagten schon im Voraus zu erwarten war. Wir können demnach auch hier bei den Vierstrahlern (natürlich ganz abgesehen von dem Apicalstrahl und dem durch ihn bedingten Profil-Winkel) bezüglich der (facialen) Winkel-Beschaffenheit folgende drei Hauptformen unterscheiden: 1) Gleichwinkelige Vierstrahler *(Tetrasceles isogonae)*: Alle drei facialen Winkel von gleicher Grösse. 2) Paarwinkelige Vierstrahler *(Tetrasceles zygogonae)*: Zwei von den drei facialen Winkeln gleich, der dritte ungleich. 3) Ungleichwinkelige Vierstrahler *(Tetrasceles allogonae)*: Alle drei facialen Winkel von ungleicher Grösse.

Auch bei den Vierstrahlern ist, wie bei den Dreistrahlern, die paarwinkelige Beschaffenheit meistens mit der paarschenkeligen combinirt, und wir bezeichnen daher hier, wie dort, den unpaaren Winkel (welcher dem Basal-Strahl gegenüber liegt) als Oral-Winkel, und die beiden paarigen, unter sich gleichen (zwischen dem Basal-Strahl und den beiden lateralen Strahlen) als Lateral-Winkel. Auch hier ist der Oral-Winkel meistens grösser, als die beiden lateralen. Die letzteren schwanken gewöhnlich zwischen 90 und 120°, der erstere entsprechend zwischen 120 und 180° (selten mehr oder weniger).

3. Die Differenzirung der beiden Flächen der Vierstrahler. Die beiden Flächen der Vierstrahler sind (abweichend von den Dreistrahlern) ganz allgemein differenzirt, indem ja immer der vierte Strahl, auch wenn die drei facialen Schenkel in einer Ebene liegen, auf einer Seite aus dieser Ebene hervortritt. Wir können daher nicht, wie bei den Dreistrahlern, zwischen gleichseitigen (isophanen) und ungleichseitigen (allophanen) Vierstrahlern unterscheiden. Vielmehr sind alle Vierstrahler eo ipso (durch den primitiven Gegensatz des apicalen Strahles zu den drei facialen) ungleichseitig (allophan) und die Grundform demgemäss eine dreiseitige Pyramide (keine Doppel-Pyramide).

Allerdings kommt es ausnahmsweise (obwohl sehr selten) vor, dass alle vier Strahlen in einer Ebene liegen. Man könnte diese Form als gleichseitigen oder isophanen Vierstrahler den anderen gegenüberstellen. Allein diese seltene Form stellt nur eine besondere (durch zufällige locale Anpassung entstandene) Modification dar, wie wir nachher zeigen werden.

Wie bei den ungleichseitigen Dreistrahlern bezeichnen wir bei den Vierstrahlern allgemein die eine Seite als canale, die andere als dermale Fläche. In bei weitem den meisten Fällen springt nämlich der vierte (apicale) Strahl frei in das Lumen des Canals vor, in dessen Wand die drei facialen Strahlen verborgen sind. Bei den einfachsten Kalkschwämmen, welche nur vierstrahlige Nadeln besitzen (*Ascilla*, Taf. 6)

ist die Lagerung dieselbe. Es ergiebt sich daraus von selbst die richtige Bezeichnung. Diejenige Fläche des Vierstrahlers, über welche der Apical-Strahl sich erhebt, und welche also der Canal-Höhle zugekehrt wird, ist die Canal-Seite *(Facies canalis)*. Die davon abgewendete Fläche, welche der äusseren Körperoberfläche zugekehrt ist, nennen wir die Dermal-Seite *(Facies dermalis)*.

Die dreiseitige Pyramide, welche die stereometrische Grundform des Vierstrahlers ist, wird durch die Spitzen der vier Schenkel unmittelbar bestimmt, und zwar bildet die Spitze des Apical-Strahles zugleich die Spitze der Pyramide, während die Spitzen der drei facialen Strahlen die Ecken ihrer dreieckigen Grundfläche bestimmen. Die ideale Axe der Pyramide wird durch eine Linie gegeben, welche die Spitze des apicalen Strahles mit dem Mittelpunkte der dreieckigen Grundfläche verbindet. Die Ebene, welche wir durch den Apical-Strahl und den Basal-Strahl legen können, nennen wir die Apical-Ebene des Vierstrahlers. Sie steht meistens senkrecht auf der Facial-Ebene, welche mit der Pyramiden-Basis identisch ist. Der Winkel, welchen in dieser Ebene der Apical-Strahl mit dem basalen bildet, nennen wir den Apicibasal-Winkel oder kurz Apical-Winkel.

Als untergeordnete Modificationen der Vierstrahler, welche durch weitere Differenzirung der canalen und dermalen Fläche, sowie deren verschiedenes Verhalten zum Apical-Strahl bedingt werden, sind ebene und gewölbte Vierstrahler zu unterscheiden.

1) Ebene Vierstrahler *(Tetrasceles planae)*: Die drei facialen Schenkel liegen in einer Ebene (wie bei den gleichseitigen Dreistrahlern). Nur der vierte Strahl tritt (auf der Canal-Fläche der Nadel) aus jener Ebene hervor. Die ebenen Vierstrahler sind entweder gerad-pyramidal oder schief-pyramidal. Bei den gerad-pyramidalen Vierstrahlern *(Tetrasceles recte-pyramidales)* ist der Apicalstrahl gerade und steht senkrecht auf der Facial-Ebene. Der Apical-Winkel beträgt 90°. Diese Form ist nicht häufig. Bei den schief-pyramidalen Vierstrahlern dagegen *(Tetrasceles oblique-pyramidales)* ist der Apical-Strahl gerade, steht aber nicht senkrecht auf der Facial-Ebene — oder er steht zwar senkrecht auf dieser, ist aber gekrümmt, so dass seine Sehne (die Verbindungslinie der Basis und der Spitze) nicht senkrecht steht. In beiden Fällen ist der Apical-Winkel stumpf. Dies ist die gewöhnliche Form des ebenen Vierstrahlers.

2) Gewölbte Vierstrahler *(Tetrasceles elevatae)*: Die drei facialen Schenkel treten aus der Facial-Ebene, welche durch ihre Spitzen gebildet wird, hervor. Sie bilden mithin die Kanten einer dreiseitigen Pyramide, auf deren Spitze der apicale Strahl steht. Die gewölbten Vierstrahler sind entweder concav oder convex gewölbt. Bei den concaven Vierstrahlern ist die Pyramiden-Spitze nach der Canalseite der Nadel, ihre Basis dagegen nach der Dermalseite gerichtet. Der Apical-Strahl springt von der Spitze der Pyramide frei nach der Canalseite vor und ist von der

Basis abgewendet. Dies ist die gewöhnliche Form der gewölbten Vierstrahler. Bei den convexen Vierstrahlern ist umgekehrt die Pyramiden-Spitze nach der Dermal-Seite, die Basis dagegen nach der Canalseite der Nadel gerichtet. Der Apical-Strahl ist von der Spitze der Pyramide nach deren Basis hin gerichtet und springt gewissermassen in den Innenraum der Pyramide vor. Diese Form ist im Ganzen seltener, jedoch im Parenchym mancher Leuconen häufig. Oft liegen die drei facialen Strahlen in der convex gewölbten Dermalfläche, während der apicale Strahl centripetal in das Parenchym eindringt.

Specielle Formen der Vierstrahler.

Die Mannichfaltigkeit der verschiedenen Nadel-Formen, welche durch die Differenzirung der Schenkel, Winkel und Flächen entstehen, ist bei den Vierstrahlern natürlich noch viel grösser als bei den Dreistrahlern, weil hier der vierte oder apicale Strahl als ein neuer und sehr einflussreicher Factor der Formbildung zu den drei facialen Strahlen hinzutritt. Auch die verschiedenen Formen der Vierstrahler liefern, wie diejenigen der Dreistrahler, sehr brauchbare Anhaltspunkte zur Species-Unterscheidung. Auch hier ist in dieser Beziehung am wichtigsten die Differenzirung der Schenkel, nächstdem diejenige der Winkel und erst in dritter Linie die Beschaffenheit der beiden Flächen. Doch ist die letztere hier in sofern von grösserer Bedeutung als bei den Dreistrahlern, als der zuletzt angeführte Unterschied zwischen ebenen und gewölbten, gerad-pyramidalen und schief-pyramidalen, concaven und convexen Vierstrahlern eine viel grössere morphologische Rolle spielt, als der untergeordnete Unterschied zwischen den gleichseitigen (isophanen) und den ungleichseitigen (allophanen) Dreistrahlern. Immerhin tritt jedoch auch bei den Vierstrahlern die Differenzirung der Winkel und vor allen der Schenkel in den Vordergrund; und massgebend sind dabei vor allen die drei facialen Winkel und Schenkel, während der vierte oder apicale Strahl und der Apical-Winkel (zwischen apicalem und basalem Strahle) erst in zweiter Linie berücksichtigt werden kann.

Demnach unterscheide ich unter den Vierstrahlern, gerade so wie unter den Dreistrahlern, nur drei Hauptgruppen: reguläre, sagittale und irreguläre Vierstrahler. I. Reguläre Vierstrahler sind solche, bei denen sowohl die drei facialen Schenkel als die drei facialen Winkel völlig gleich sind. II. Sagittale Vierstrahler nenne ich diejenigen, bei denen entweder die drei facialen Schenkel, oder die drei facialen Winkel, oder endlich sowohl die drei facialen Schenkel als die drei facialen Winkel paarweise differenzirt sind. III. Irreguläre Vierstrahler sind solche, bei denen entweder die drei facialen Schenkel oder die drei facialen Winkel oder sowohl erstere als letztere ungleich sind.

I. Reguläre Vierstrahler (*Tetrasceles regulares*).

Die regulären Vierstrahler, die „Equiangular spiculated triradiate Spicula" von Bowerbank, sind unmittelbar von den regulären Dreistrahlern, der gemeinsamen Stammform aller dreistrahligen und vierstrahligen Spicula, abzuleiten. Sie entstehen aus der letzteren dadurch, dass sich im Centrum des regulären Dreistrahlers, auf einer seiner beiden Flächen, ein vierter (apicaler) Strahl entwickelt. Wie bei den regulären Dreistrahlern, so können wir auch bei den regulären Vierstrahlern zwei untergeordnete Modificationen unterscheiden, nämlich:

1) Perreguläre Vierstrahler: Die drei facialen Winkel und die drei facialen Schenkel sind absolut gleich, und liegen in einer Ebene, auf welcher der gerade Apical-Strahl senkrecht steht.

2) Subreguläre Vierstrahler: Die drei facialen Winkel oder die drei facialen Schenkel ein wenig (aber kaum merklich) differenzirt; oder die drei facialen Winkel und Schenkel sind zwar gleich, liegen aber nicht in einer Ebene, so dass die letzteren eine flachere oder höhere Pyramide bilden, auf deren Spitze der Apical-Strahl steht; oder endlich die drei facialen Winkel und Schenkel sind zwar gleich und liegen in einer Ebene; aber der Apical-Strahl steht auf dieser nicht senkrecht, oder er ist gekrümmt, nicht ganz gerade.

Im engeren Sinne regulär (perregulär) können wir also nur diejenigen Vierstrahler nennen, welche folgende Bedingungen erfüllen: 1) die drei facialen Winkel sind absolut gleich (= 120°); 2) die drei facialen Schenkel sind in Grösse und Form absolut gleich und liegen in einer Ebene; 3) der apicale Strahl ist ganz gerade und steht auf dieser Ebene senkrecht. Diese Form ist im Ganzen bei den Kalkschwämmen selten. Sie findet sich z. B. unter den Asconen bei *Ascaltis canariensis* (Taf. 10, Fig. 1b, 1c), *A. cerebrum* (Taf. 10, Fig. 2c, 2d), *A. Gegenbauri* (Taf. 10, Fig. 5c, 5d); ferner bei *Ascandra cordata*, *A. densa*, *A. reticulum* etc. (Taf 14, Fig. 1b, 2b, 4b, 4c); unter den Leuconen bei *Leucaltis floridana* (Taf. 26, Fig. 15); unter den Syconen bei *Sycaltis perforata* (Taf. 46, Fig. 6).

Im weiteren Sinne regulär (also eigentlich subregulär) nenne ich aber auch alle jene Vierstrahler, bei welchen die Hauptbedingung erfüllt ist, also die drei facialen Winkel und Schenkel entweder absolut gleich oder kaum merklich verschieden sind; bei denen aber der Apical-Strahl sehr verschieden sein kann: gerade oder gekrümmt, unter rechtem oder unter schiefem Winkel auf der Facial-Ebene stehend; auch können sich die drei Facial-Strahlen über letztere erheben und eine Pyramide bilden. Ein besonderer Fall der letzteren Form ist der seltene tedraedrische Vierstrahler, bei welchem die vier gleichen Strahlen unter gleichen Winkeln im Raume zusammentreffen und den drei Flächenaxen eines Tetraeders entsprechen. Er findet sich bisweilen im Parenchym einiger Leucandra-Arten (*L. cucumis*, *L. stilifera*, *L. saccharata*).

Die subregulären Vierstrahler finden sich zwar im Ganzen viel häufiger als die perregulären, aber doch viel seltener als die regulären Dreistrahler. Gewöhnlich liegen die drei facialen Strahlen in der gastralen oder canalen Wand, und der apicale Strahl springt oralwärts gekrümmt in das Lumen des Canalsystems vor. Sehr häufig liegen auch die drei facialen Strahlen in der Dermalfläche und der apicale Strahl springt centripetal in das Parenchym vor (so namentlich bei den Leuconen). Uebrigens sind die subregulären Vierstrahler mit den perregulären meistens so innig gemischt und durch so unmerkliche Zwischenformen bei einer und derselben Art verbunden, dass wir bei der speciellen Beschreibung beide Formen nicht trennen können und als reguläre zusammenfassen.

Bis jetzt ist nur eine einzige Art von Kalkschwämmen bekannt, bei welcher das Skelet ausschliesslich aus regulären Vierstrahlern besteht: das ist *Ascilla gracilis* (Taf. 6, Fig. 1—7). Unter den Asconen kommen dieselben ausserdem vor bei fünf Arten von *Ascaltis* (mit regulären Dreistrahlern gemischt; Taf. 10); und bei sechs Arten von *Ascandra* (mit regulären Dreistrahlern und Stabnadeln gemischt; Taf. 14).

Unter den Leuconen sind die regulären Dreistrahler im Ganzen viel seltener, und finden sich bloss, gemischt mit Dreistrahlern, bei zwei Arten von *Leucaltis* (*L. floridana*, Taf. 26, Fig. 15, und *L. clathria*, Taf. 28, Fig. 3b); bei *Leuculmis echinus*, gemischt mit Stabnadeln (Taf. 30, Fig. 11d); und ferner bei verschiedenen Arten von *Leucandra*, gemischt mit Stabnadeln und Dreistrahlern, sowie mit sagittalen und irregulären Vierstrahlern. Doch kommen die regulären Vierstrahler dazwischen immer nur in sehr geringer Menge vor.

Häufiger sind die regulären Vierstrahler im Ganzen wieder unter den Syconen. Sie finden sich hier bei *Sycaltis perforata* in den Radial-Tuben (Taf. 46, Fig. 6—8); bei *S. testipara* und *S. ovipara* in der Gastralfläche (Taf. 47, Fig. 4, 8); ferner bei vielen *Sycandra*-Arten in der Gastralfläche (allein oder gemischt mit regulären Dreistrahlern).

2. Sagittale Vierstrahler *(Tetrasceles sagittales)*.

Die sagittalen Vierstrahler sind viel häufiger, mannichfaltiger und daher auch für die Species-Bildung wichtiger als die regulären Vierstrahler, und verhalten sich daher ganz ähnlich den sagittalen Dreistrahlern, mit denen sie auch gewöhnlich gemischt vorkommen. Wie bei diesen letzteren, unterscheide ich auch hier drei Hauptformen, je nachdem bloss die drei facialen Schenkel oder bloss die drei facialen Winkel oder endlich gleichzeitig die Schenkel und die Winkel paarweise differenzirt sind.

1. Gleichwinkelige und paarschenkelige Vierstrahler: Die drei facialen Winkel sind völlig gleich (120°); die drei facialen Schenkel sind dagegen paarig differenzirt, so dass die beiden paarigen oder lateralen Schenkel unter sich

gleich, gewöhnlich kürzer (seltener länger) als der basale Strahl sind. Diese Form ist nicht selten, besonders unter den Syconen; sie findet sich hier in der Gastralfläche vieler Sycandra-Arten, gemischt mit regulären Dreistrahlern.

2. Gleichschenkelige und paarwinkelige Vierstrahler: Die drei facialen Schenkel sind völlig gleich in Grösse und Form. Die drei facialen Winkel sind dagegen paarig differenzirt, so dass die beiden paarigen oder lateralen Winkel unter sich gleich, gewöhnlich kleiner (selten grösser), als der unpaare oder orale Winkel sind. Diese Form ist im Ganzen sehr selten, noch seltener als die entsprechende Dreistrahler-Form. Sie findet sich jedoch gemischt mit anderen Vierstrahler-Formen hie und da, besonders bei den Leuconen vor. Eine sehr merkwürdige Modification dieser Form sind die dreizähnigen Anker-Nadeln, welche sich in dem Schwanze oder Wurzelschopfe von *Syculmis synapta* vorfinden (Taf. 50, Fig. 5, 6). Der Apical-Strahl ist hier enorm verlängert, hypertrophisch, die drei Facial-Strahlen dagegen verkümmert, atrophisch. Bald sind diese letzteren alle drei ganz gleich; bald sind sie sagittal differenzirt; die drei facialen Winkel zwischen denselben sind aber stets gepaart.

3. Paarschenkelige und paarwinkelige Vierstrahler: Die drei facialen Schenkel sowohl als die drei facialen Winkel sind paarig differenzirt. Diese Form des sagittalen Vierstrahlers ist die bei weitem häufigste. Gewöhnlich ist: a. der basale Schenkel länger als die beiden lateralen und der unpaare Winkel grösser als die beiden paarigen. Diese Form findet sich sehr verbreitet: unter den Asconen bei *Asculmis armata* (Taf. 13, Fig. 2), *Ascandra complicata*, *A. pinus* (Taf. 16, Fig. 3c, d) und Anderen; unter den Leuconen bei *Leucaltis pumila* (Taf. 27, Fig. 2e) und in der Gastralfläche von vielen *Leucandra*-Arten (Taf. 31—34); unter den Syconen bei vielen Arten von *Sycilla* (Taf. 43), *Sycaltis* (Taf. 45, 47), *Syculmis* (Taf. 50) und *Sycandra* (Taf. 51—56). Bei den meisten *Sycandra*-Arten haben die gastralen Vierstrahler diese Form. Nicht selten ist übrigens auch b. der basale Schenkel kürzer als die lateralen und zugleich der orale Winkel grösser als die beiden lateralen; sagittale Vierstrahler dieser Form bilden ausschliesslich das Skelet von *Ascilla japonica* (Taf. 6, Fig. 9); gemischt mit Dreistrahlern das Skelet von *Ascaltis botryoides* (Taf. 10, Fig. 7c, 7e); ferner finden sie sich unter den Asconen bei vielen *Ascandra*-Arten (z. B. *A. Lieberkühnii*, *A. variabilis*); unter den Leuconen bei *Leucaltis solida* (Taf. 27, Fig. 3g) und in der Gastralfläche vieler *Leucandra*-Arten; ebenso unter den Syconen bei *Sycilla urna* (Taf. 43, Fig. 14) und in der Gastralfläche vieler *Sycandra*-Arten. Sehr selten ist dagegen c. der unpaare Winkel kleiner als die paarigen, und dann sind die beiden lateralen Schenkel bald länger, bald kürzer als der basale. Diese Form findet sich gemischt mit anderen sagittalen Vierstrahlern hie und da, besonders in den Radial-Tuben der Syconen, und namentlich an deren Distal-Kegeln. Seltener ist sie bei den Leuconen und sehr selten bei den Syconen.

Eine einzelne Modification dieser seltenen Form ist der kreuzförmige Vierstrahler: „Unicurvo-cruciform Spiculum" von Bowerbank. Diese sonderbare Form war bisher nur von *Leucandra Johnstonii*, H. (= *Leuconia nivea*, Bowerbank) bekannt (Taf. 34, Fig. 1e). Ich habe dieselbe aber auch noch bei zwei anderen, nahe verwandten Leucon-Arten gefunden, nämlich bei *L. nivea*, H. (Taf. 34, Fig. 2d) und bei *L. ochotensis*, H. (Taf. 34, Fig. 3d). Bei diesen drei Leuconen kleiden die „kreuzförmigen Vierstrahler" dichtgedrängt die innere Oberfläche der Magenhöhle und auch der grösseren Canäle aus, welche in letztere münden. Sie scheinen ganz in der Fläche der Gastrovascular-Wand zu liegen, und zwar der basale und apicale Strahl in einer geraden Linie, welche der Längsaxe des Magens oder des Canales parallel läuft. So hat sie auch Bowerbank bei *L. Johnstonii* beschrieben, indem er ausdrücklich behauptet, dass in der natürlichen Lage der Nadel kein Strahl frei über die Canalfläche vorspringe (Brit. Spong. Vol. II, p. 37). Dies ist aber unrichtig, wie schon Carter nachgewiesen hat[1]). Der vierte oder apicale Strahl liegt nur scheinbar in einer horizontalen Ebene mit den drei anderen Strahlen. In der That springt er doch über diese Ebene vor und ragt frei in das Lumen des Canal-Systems hinein. Aber nur die Basis erhebt sich aus jener Ebene; gleich oberhalb der Basis biegt sich der Apical-Strahl dergestalt, dass der übrige (apicale) Theil desselben der Ebene parallel oder subparallel läuft. Seine Spitze ist (in der Magenhöhle) gegen die Mundöffnung, oder (in den grösseren Canälen) gegen die Gastral-Ostien gerichtet. Der basale, gerade Strahl verläuft entgegengesetzt, in aboraler oder dermaler Richtung. Die beiden lateralen Schenkel sind kürzer als der basale und apicale Strahl, und bilden zusammen einen flachen, halbmondförmigen Bogen, der die Verbindungsstelle der letzteren rechtwinkelig kreuzt.

Besonders wichtig unter den sehr zahlreichen Modificationen der paarschenkeligen und paarwinkeligen Vierstrahler ist der rechtwinkelige Vierstrahler („Rectangular spiculated triradiate Spiculum" von Bowerbank). Bei dieser Form wächst (ebenso wie bei dem rechtwinkeligen Dreistrahler, mit welcher sie gewöhnlich gemischt vorkommt) der orale Winkel bis zu 180°, und die beiden lateralen Strahlen liegen entweder in ihrer ganzen Länge oder doch mit ihren apicalen Theilen in einer geraden Linie, auf welcher der basale Strahl senkrecht steht. Der letztere ist bald kürzer, bald länger als die lateralen; ebenso der apicale Strahl, welcher sich über die Facial-Ebene der drei anderen Strahlen erhebt und meistens gekrümmt in das Lumen des Canalsystems vorspringt. Am häufigsten sind diese rechtwinkeligen Dreistrahler als Auskleidung der Magenhöhle, besonders in der Nähe der Mundöffnung, und namentlich in dem Rüssel der rüsselmündigen Formen. Unter den Asconen

---

1) Carter, Annals and Mag. of nat. hist. 1871, Vol. VIII, p. 3; Pl. I, Fig. i. Carter hat daselbst zugleich nachgewiesen, dass Bowerbank's *Leuconia nivea* nicht die echte *Spongia nivea* von Grant, sondern eine besondere Art, *L. Johnstonii* ist.

finden sich rechtwinkelige Vierstrahler z. B. bei *Ascandra sertularia* (Taf. 15, Fig. 4b—4d), *A. nitida* (Taf. 16, Fig. 2e, 2f); unter den Leuconen bei *Leucandra lunulata* (Taf. 31, Fig. 2d), *L. Gossei* (Taf. 32, Fig. 2d); unter den Syconen bei *Sycandra arctica* (Taf. 55, Fig. 1v), *S. hystrix* etc. In den dünnhäutigen Rüsselröhren erscheinen sie bei den rüsselmündigen Kalkschwämmen der Genera *Ascaltis*, *Leucaltis*, *Sycaltis*, *Ascandra*, *Leucandra* und *Sycandra* fast constant, besonders gegen die Mündung der Röhre hin, und liegen hier meistens sehr dicht gedrängt (und oft gemischt mit rechtwinkeligen Dreistrahlern) regelmässig neben einander, mit parallelen Schenkeln; der basale Strahl ist aboral nach abwärts gerichtet; der apicale springt frei oralwärts in die Rüsselhöhle vor; die beiden lateralen liegen (senkrecht auf letzterem) in einer geraden Linie, parallel dem Rüsselrande.

3. Irreguläre Vierstrahler (*Tetrasceles irregulares*).

Irreguläre Vierstrahler nenne ich alle diejenigen, bei welchen entweder die drei facialen Winkel oder die drei facialen Schenkel oder endlich sowohl die ersteren als die letzteren ungleich sind. Es gehören mithin in diese Kategorie alle Dreistrahler, welche weder regulär noch sagittal sind. Indessen lassen sich auch unter den Vierstrahlern, wie unter den Dreistrahlern, diese drei Kategorien nicht scharf trennen, und es giebt überall verbindende Zwischenstufen sowohl zwischen den irregulären und sagittalen (subsagittale) als zwischen den irregulären und regulären (subreguläre) Formen. Die sehr mannichfaltigen Special-Formen der irregulären Vierstrahler sind, gleich denen der irregulären Dreistrahler, ohne hervorragende morphologische Bedeutung, und würden sich gleich den letzteren in folgende drei Gruppen bringen lassen:

A. Irreguläre Vierstrahler mit drei ungleichen Facial-Schenkeln,
   a. mit drei gleichen Facial-Winkeln (von 120°),
   b. mit paarig differenzirten Facial-Winkeln.
B. Irreguläre Vierstrahler mit drei ungleichen Facial-Winkeln,
   a. mit drei gleichen Facial-Schenkeln,
   b. mit paarig differenzirten Facial-Schenkeln.
C. Irreguläre Vierstrahler mit drei ungleichen Facial-Schenkeln und drei ungleichen Facial-Winkeln.

Diese letzteren allein würden eigentlich als völlig irreguläre Vierstrahler anzusehen sein; sie sind auch weit häufiger, als die ersteren, mit denen sie jedoch auch oft gemischt vorkommen. Die ersteren (A und B) spielen für sich allein gar keine Rolle.

Die irregulären Vierstrahler sind unter den Asconen höchst selten, und nur hie und da als Abnormität, einzeln unter den sagittalen oder den regulären Vierstrahlern zu finden. Auch unter den Syconen sind sie selten, ebenfalls gewöhnlich nur als einzelne Abnormität, zu bemerken. Sehr häufig sind dagegen die irregulären

Vierstrahler in der Familie der Leuconen. Hier setzen sie ganz allein das Skelet von *Leucilla capsula* zusammen (Taf. 24, Fig. 2, 3), und bilden die Hauptmasse des Skelets bei mehreren *Leucandra*-Arten, einen grossen Theil des Skelets bei anderen Leuconen.

Gestalt der Schenkel bei den Dreistrahlern und Vierstrahlern.

Die Formenmannichfaltigkeit der Schenkel der dreistrahligen und vierstrahligen Nadeln ist bei den Kalkschwämmen noch viel geringer, als diejenige der einfachen Spicula oder Stabnadeln. Besonders gilt dies, wenn man sie mit den entsprechenden Nadel-Formen der Kieselschwämme vergleicht.

Im Allgemeinen kann als die Grundform der Schenkel, bei den Dreistrahlern ebenso wie bei den Vierstrahlern, ein schlanker Kegel bezeichnet werden, dessen Höhe durchschnittlich ungefähr zehnmal so gross ist als der Durchmesser der Grundfläche; durch Hervorwölbung des Mantels geht die Kegelform in diejenige der halben Spindel über. Sehr häufig ist die proximale oder innere Hälfte des Schenkels cylindrisch, die äussere halbspindelförmig. Seltener nimmt der ganze Schenkel die Cylinderform an, indem seine Dicke von der Basis bis zur Spitze gleich oder nahezu gleich bleibt (z. B. *Ascetta coriacea*, Taf. 5, Fig. 2). Noch seltener endlich wird der Schenkel spindelförmig, indem er in der Mitte dicker ist, als an den beiden Enden (z. B. *Ascetta sceptrum*, Taf. 5, Fig. 4). Bisweilen ist das äussere (oder distale) Ende kolbenförmig angeschwollen oder mit einem Knopfe verziert (z. B. *Ascetta clathrus*, Taf. 5, Fig. 3).

Eine weitere Differenzirung der Schenkelspitzen, wie sie bei den Stabnadeln nicht selten ist (z. B. Griffelspitzen und Lanzenspitzen, p. 207) findet sich bei den Dreistrahlern sowohl als bei den Vierstrahlern nur sehr selten. Gewöhnlich kann man nur zwischen stumpfen (oder abgerundeten) und scharfen (oder stechenden) Spitzen unterscheiden. Dieser Unterschied ist aber bei den einzelnen Arten sehr constant und daher characteristisch. Durch eine dornige und zugleich knopfförmig abgesetzte Spitze ist *Ascetta sceptrum* ausgezeichnet (Taf. 5, Fig. 4); eine Neigung der Spitze, sich zu spalten oder in zwei Zinken zu theilen, habe ich nur bei *Ascortis fragilis* beobachtet, besonders bei der Varietät *bifida* (Taf. 12, Fig. 5).

Wie bei den Stabnadeln, ist auch bei den Dreistrahlern und Vierstrahlern der Querschnitt der Schenkel gewöhnlich kreisrund, seltener elliptisch und viel seltener linear, so dass der Schenkel bandförmig abgeplattet ist. Immer aber bleiben die Schenkel (auch an den schmalen Kanten) abgerundet und werden niemals kantig (prismatisch oder pyramidal). Die Oberfläche ist stets ganz glatt; eine seltene Ausnahme bilden die Apical-Strahlen der Vierstrahler von *Ascaltis cerebrum*, welche sich durch einen Besatz von sehr feinen Dornen auszeichnen (Taf. 10, Fig. 2c, 2d).

Bezüglich der häufig vorkommenden Biegungen und Krümmungen der Schenkel ist zu bemerken, dass als die ursprüngliche Form (sowohl bei Dreistrahlern als Vier-

strahlern) der gerade, nicht gekrümmte Schenkel anzusehen ist. Daher finden sich diese vorzüglich bei den gleichschenkeligen und gleichwinkeligen Formen.

Am weitesten verbreitet ist die Krümmung der Schenkel bei den paarstrahligen Dreistrahlern und Vierstrahlern. In der Regel ist hier der basale (oder unpaare) Schenkel gerade, während die beiden lateralen (oder paarigen) mehr oder minder stark gekrümmt sind, und zwar meistens dergestalt, dass die Convexität des Bogens dem Basal-Strahl zugewendet ist, seltener die Concavität.

Der apicale (oder vierte) Strahl der Vierstrahler ist häufiger gekrümmt, als gerade, besonders bei den paarschenkeligen Nadeln, und zwar ist auch hier gewöhnlich die Convexität des Bogens dem Basal-Strahl zugewendet, selten die Concavität. Fast immer folgt die Krümmung des Apical-Strahls dem Wasserstrom. Die Spitze des Apical-Strahls ist gewöhnlich einfach konisch, häufig auch zweischneidig, seltener lanzenförmig oder sogar knopfförmig abgesetzt, bisweilen meisselförmig.

Seltener als diese einfachen bogenförmigen Krümmungen, welche vorzüglich die Lateral-Strahlen der paarschenkeligen Dreistrahler und Vierstrahler, und den Apical-Strahl der letzteren betreffen, sind mehrfache unregelmässige Biegungen oder wellenförmige Krümmungen der Schenkel. Solche finden sich vorzugsweise bei den Lateral-Strahlen der sagittalen Dreistrahler und Vierstrahler.

III. **Stabnadeln** *(Monosceles)*.

(Einfache oder einaxige Nadeln. *Spicula monaxonia*).

Die einfachen oder einaxigen Nadeln *(Spicula monaxonia)*, die wir ein für allemal kurz Stabnadeln *(Monosceles)* nennen wollen, spielen bei den Kalkschwämmen bei weitem nicht die grosse Rolle, wie unter den Kieselschwämmen. Nicht allein ihre Verbreitung, sondern auch ihre Formenmannichfaltigkeit ist bei den ersteren weit geringer als bei den letzteren. Nur bei sechs Arten von Kalkschwämmen (zwei Species *Ascyssa* unter den Asconen, drei Species *Leucyssa* unter den Leuconen, einer Species *Sycyssa* unter den Syconen) wird das Skelet ausschliesslich aus Stabnadeln gebildet. Ausserdem kommen dieselben nur gemischt mit Dreistrahlern oder Vierstrahlern vor.

Als die einfachste Form der Stabnadeln, als die ursprüngliche Urform oder Stammform, betrachte ich mit O. Schmidt die gestreckte Spindel oder den Pfahl, d. h. einen schlanken Cylinder, welcher an beiden Enden gleichmässig in eine konische Spitze ausläuft („Doppelspitzer oder Umspitzer", Schmidt, Atlant. Spong. p. 2). Die Längsaxe ist an beiden Polen von gleicher Beschaffenheit, daher beide Pole nicht zu unterscheiden. Die stereometrische Grundform ist der Cylinder (*Monaxonia haplopola* des promorphologischen Systems; Generelle Morphologie, Vol. I, p. 422).

Durch Differenzirung der beiden Pole entsteht aus dieser gleichpoligen Stabnadelform die ungleichpolige (Keulen, Kolben, Griffel, Lanzen etc.), das eine (basale) Ende ist vom anderen (apicalen) in seiner Gestalt verschieden, oft sehr auffallend differenzirt. Die stereometrische Grundform ist der Kegel (*Monaxonia diplopola* des promorphologischen Systems; Generelle Morphologie, Vol. I, p. 426).

I. Gleichpolige Stabnadeln (*Monosceles haplopolae*).

Die gleichpolige oder haplopole Stabnadel repräsentirt die ursprünglichste und einfachste Form der Stabnadel. Die beiden Pole der Axe sind völlig gleichwerthig und nicht zu unterscheiden. Diese Nadelform ist bei den Kalkschwämmen gewöhnlich ein sehr langgestreckter schlanker und dünner Cylinder, bald gerade, bald gebogen, dessen beide Enden bald stumpf, bald zugespitzt sind. Danach kann man als untergeordnete Modificationenen stricknadelförmige, spindelförmige und pfriemenförmige Stabnadeln unterscheiden.

A. Stricknadeln oder stricknadelförmige Stabnadeln (*Monosceles bacillosae*).

Das Spiculum ist ein schlanker, meistens gerader, sehr langer und dünner Cylinder, in seiner ganzen Länge von gleicher Dicke, an beiden Enden stumpf, gleichmässig abgestutzt oder abgerundet. Diese Nadelform bildet bei den Kalkschwämmen fast allgemein (mit wenigen Ausnahmen) den Mundkranz oder die Peristom-Krone der kranzmündigen Formen. Ausserdem kommt sie sehr verbreitet in dem Stäbchenmörtel und in der haarigen oder borstigen Dermalbekleidung vieler Kalkschwämme aus verschiedenenen Gattungen vor z. B. *Ascandra nitida* (Taf. 16, Fig. 2g); *Leucandra ochotensis* (Taf. 34, Fig. 3f); *Sycandra hystrix* (Taf. 56, Fig. 2h).

B. Spindelförmige Stabnadeln (*Monosceles fusiformes*).

Das Spiculum ist ein schlanker, meistens gerader, oft sehr dicker Cylinder, der sich nach beiden Enden hin gleichmässig zuspitzt. Hierher gehören die „acerate" und „fusiformi-acerate" Spicula von Bowerbank. Diese Form ist bei den Asconen nicht häufig, dagegen bei den Leuconen und Syconen sehr verbreitet. Sie findet sich unter ersteren bei *Ascandra panis* (Taf. 14, Fig. 3f); sie bildet für sich allein das Skelet von *Leucyssa spongilla* (Taf. 25, Fig. 13), die Hauptmasse des Skelets von *Leucandra cataphracta*; den dermalen Panzer von *Leucandra alcicornis* (Taf. 32, Fig. 4f) und von *Sycandra glabra* (Taf. 56, Fig. 1s); auch die meisten stärkeren Haare, Borsten oder Stacheln" in der Dermalfläche der Leuconen und Syconen gehören zu dieser Form. Die spindelförmigen Stäbe sind meistens gerade, seltener mehr oder weniger bogenförmig gekrümmt.

C. Pfriemenförmige Stabnadeln *(Monosceles subuliformes).*

Das Spiculum ist ein schlanker, dünner Cylinder, nach beiden Enden hin gleichmässig zugespitzt, stets mehr oder minder bogenförmig gekrümmt oder gewunden, oft sehr stark verbogen, wellenförmig oder selbst spiralig gedreht. Diese Form, welche von der vorigen nicht scharf zu trennen ist, findet sich oft mit ihr gemischt vor. Sehr rein findet sie sich bei *Ascandra reticulum* (Taf. 14, Fig. 4d—4f), bei *Leucandra Johnstonii* (Taf. 34, Fig. 1g), bei *Sycandra utriculus* (Taf. 55, Fig. 3f).

2. Ungleichpolige Stabnadeln *(Monosceles diplopolae).*

Die ungleichpolige oder diplopole Stabnadel ist aus der ursprünglichen Form der gleichpoligen oder haplopolen Stabnadel durch Differenzirung der beiden Pole entstanden. Das eine Ende bleibt gewöhnlich einfach zugespitzt, während das andere Ende eine bestimmtere, complicirte Form annimmt. Bei den Kieselschwämmen treten in erster Linie dabei die Stecknadeln und Stifte auf; bei den Stecknadeln ist das eine Ende spitz, das andere kugelig-verdickt oder geknöpft; bei den Stiften ist das eine Ende ebenfalls spitz, das andere dagegen einfach abgerundet oder abgestutzt. Bei den Kalkschwämmen kommen Stecknadeln niemals vor, und Stifte nur sehr selten. Dagegen treffen wir hier sehr verbreitet einige andere Formen von ungleichpoligen Stabnadeln, welche bei den Kieselschwämmen gar nicht oder nur sehr selten vorkommen. Das sind insbesondere die keulenförmigen, kolbenförmigen und lanzenförmigen Stabnadeln, sowie einige seltenere eigenthümliche Formen.

A. Keulenförmige Stabnadeln *(Monosceles clavatae).*

Beide Enden der Stabnadeln sind spitz oder abgestumpft; das eine Ende ist dicker, das andere dünner; oder das eine schneller, das andere langsamer zugespitzt. Diese Nadelform ist characteristisch für einzelne Asconen-Arten (*Ascandra densa*, Taf. 14, Fig. 2c); unter den Leuconen findet sie sich bei *Leucortis pulvinar* (Taf. 29, Fig. 9, 16—18); unter den Syconen bei *Sycandra arborea* (Taf. 53, Fig. 1s).

B. Kolbenförmige Stabnadeln *(Monosceles rhopalotae).*

Das eine Ende der Stabnadel ist dünner und allmählig zugespitzt; das andere Ende dicker, kolbenförmig angeschwollen und abgerundet, meistens zugleich schwächer oder stärker gebogen, bisweilen fast hakenförmig gekrümmt oder aufgerollt. Diese Form findet sich sehr ausgezeichnet unter den Asconen bei *Ascandra falcata* (Taf. 14, Fig. 5f—5t); unter den Leuconen bei *Leucandra lunulata* (Taf. 31, Fig. 2f); unter den Syconen bei *Sycandra alcyoncellum* (Taf. 53, Fig. 2s); *S. compressa* (Taf. 55, Fig. 2s, r) und einigen anderen. Bei *Sycandra compressa* findet sich neben der gewöhnlichen glatten auch eine ausgezeichnete Form der kolbenförmigen Stab-

nadel vor, welche an den verdickten Ende dornig oder knotig ist (Taf. 55, Fig. 2sc; = *Sycinula clavigera*, O. SCHMIDT, Atlant. Spong. p. 74; Taf. II, Fig. 26a).

C. Griffelförmige Stabnadeln *(Monosceles stiliformes)*.

Das eine Ende der Stabnadel ist einfach zugespitzt, das andere mit einer griffelförmigen Spitze versehen, nämlich durch einen knotigen Ring eingeschnürt, auf welchem eine kegelförmige kurze Spitze aufsitzt. Diese Form ist im Ganzen nicht häufig, findet sich jedoch bisweilen gemischt mit der folgenden, nahe verwandten, aber viel häufigeren Form, so z. B. bei *Ascortis Fabricii* und *A. corallorrhiza* (Taf. 12, Fig. 3i, 3h; 4i, 4h); bei *Sycandra arborea* (Taf. 53, Fig. 1s) und *S. compressa* (var. *pennigera*, Taf. 55, Fig. 2sp). Massenhaft zusammengehäuft und in sehr ausgeprägter Form bilden die griffelförmigen Stabnadeln als gypsartiger „Stäbchenmörtel" die Hauptmasse des Skelets bei *Leucandra stilifera* (= *Leuconia stilifera*, O. SCHMIDT; Atlant. Spong. Taf. II, Fig. 24).

D. Lanzenförmige Stabnadeln *(Monosceles hastiformes)*.

Das eine Ende der Stabnadel ist einfach zugespitzt; das andere Ende mit einer lanzenförmigen Spitze versehen, nämlich durch einen knotigen Ring eingeschnürt, auf welchen eine platte, zweischneidige Lanzenspitze aufsitzt. Diese Form ist viel häufiger als die vorige, aus welcher sie durch Abplattung oder Compression der kegelförmigen Griffelspitze entstanden ist. Der schmale Knotenring, welcher diese von der Stabnadel absetzt, ist meist noch deutlicher als bei der griffelförmigen Stabnadel. Die Lanzenspitze hat die Form eines schlanken gleichschenkeligen Dreiecks und meistens sehr dünne, scharf schneidende Ränder (Taf. 7, Fig. 7, 9 von der platten Fläche, Fig. 8, 10 von dem scharfen Rande). Die ganze Stabnadel gleicht völlig der Lanze der Ulanen, ist jedoch selten ganz gerade, meist mehr oder minder verbogen, oft sehr stark verkrümmt. Die lanzenförmige Stabnadel ist vor allem in der Familie der Asconen sehr verbreitet, wo sie die grosse Mehrzahl aller Stabnadeln bildet, so z. B. bei *Ascyssa acufera* (Taf. 7, Fig. 7—10); *Ascortis horrida* (Taf. 12, Fig. 1h); *Asculmis armata* (Taf. 13, Fig. 2); *Ascandra sertularia* (Taf. 15, Fig. 4f); *A. pinus*, *A. variabilis* (Taf. 16, Fig. 3h, 3i; 4i—4l) und vielen anderen Asconen. Viel weniger verbreitet sind die lanzenförmigen Stabnadeln bei den Syconen, wo sie jedoch oft gemischt mit den spindelförmigen vorkommen; am seltensten und nur ausnahmsweise finden sie sich bei den Leuconen.

E. Nähnadelförmige Stabnadeln *(Monosceles perforatae)*.

Das eine Ende der Stabnadel ist einfach zugespitzt, das andere Ende stumpf oder spitz, von einem Loche oder Oehre durchbohrt. Diese sehr merkwürdige Nadelform (die bei den Kieselschwämmen, soviel ich weiss, nirgends vorkommt) findet

sich bloss bei zwei Kalkschwämmen, bei *Leucyssa cretacea* (Taf. 25, Fig. 14—17) und bei *Leucandra ochotensis.* Bei der ersteren bildet sie für sich allein das Skelet, bei der letzteren bildet sie den gypsartigen Stäbchenmörtel, welcher die Dreistrahler und Vierstrahler überzieht und verbindet. Das Spiculum hat völlig die Gestalt einer verbogenen Nähnadel, das Oehr ist bald ein rundliches Loch, bald ein länglicher schmaler Spalt. Bei *Leucandra ochotensis* setzt sich dasselbe bisweilen durch den grössten Theil der Nadel hindurch fort, so dass diese zweischenkelig oder zweitheilig erscheint. Bisweilen ist das durchlöcherte Ende auch knopfförmig abgesetzt oder mit kleinen Dornen besetzt.

F. Eigenthümliche Special-Formen von Stabnadeln.

Gegenüber der grossen Mannichfaltigkeit sonderbarer Specialformen, welche die Nadeln der Kieselschwämme darbieten, ist, wie schon bemerkt, der Formenreichthum der Spicula der Kalkschwämme sehr beschränkt. Dies gilt noch mehr von den Stabnadeln, als von den Dreistrahlern und Vierstrahlern. Indessen kommen doch hier und da bei einzelnen Kalkschwämmen besondere, für die einzelnen Species characteristische Formen vor. Als solche sind hier schliesslich noch drei eigenthümliche Modificationen anzuführen.

Die Stabnadeln, welche ausschliesslich das Skelet von *Leucyssa incrustans* bilden (Taf. 25, Fig. 9, 10; = *Trichogypsia villosa,* Carter) sind spindelförmig, etwas verbogen, und entweder an einem oder an beiden Enden mit spitzen oder stumpfen Dornen und Höckern besetzt; sehr ähnlich den Spicula mancher Alcyonarien und mancher Nacktschnecken (*Doris tuberculata* etc.).

Die Stabnadeln von *Ascandra echinoides* (Taf. 15, Fig. 3d—3g) zeichnen sich durch eine sehr lange und scharf abgesetzte Lanzenspitze aus, welche nicht wie gewöhnlich gerade, sondern schief, unter einem sehr variabeln Winkel aufsitzt. Bisweilen sinkt dieser Winkel unter 90°, so dass die lange Lanzenspitze hakenförmig gegen die Basis zurückgeschlagen ist und die Nadel fast zweischenkelig erscheint. Diese hakenförmigen oder zweischenkeligen Nadeln habe ich im Prodromus als eine besondere, vierte Hauptform der Spicula aufgeführt. Indessen können sie diesen Rang nicht beanspruchen, da sie durch alle Uebergangsformen mit den gestreckten Stabnadeln verbunden sind.

Die Stabnadeln, welche den Stäbchen-Mörtel von *Leucandra saccharata* bilden (Taf. 38, Fig. 13), sind für diese einzige Art ganz characteristisch und gehören zu den merkwürdigsten Formen. Jedes Spiculum besteht aus einem längeren glatten und einem kürzeren dornigen Theile, welche unter einem stumpfen Winkel zusammenstossen. Der dornige Theil bildet eine schlanke dreikantige Pyramide, und auf jeder Kante sitzen rechtwinkelig 6—12 dünne Dornen auf.

Grössen-Verhältnisse der Spicula.

Die Grössen-Verhältnisse der Nadeln der Kalkschwämme, und zwar sowohl der Dreistrahler und Vierstrahler, als der Stabnadeln, erfordern die sorgfältigste Berücksichtigung. Es vererbt sich nämlich die Grösse der einzelnen Nadeln, sowohl die Länge als die Dicke, innerhalb der Species so constant (natürlich relativ constant!), dass ihre Vergleichung für die Species-Unterscheidung von höchstem Werthe ist. Ja es ist sogar, wie ich später zeigen werde, die genaueste Messung aller einzelnen Nadelformen, die schärfste mikrometrische Bestimmung ihrer Länge und Dicke, für die scharfe systematische Unterscheidung der Species, Subspecies und Varietäten ganz unentbehrlich. Ganz besonders gilt dies für die Familie der Leuconen, wo die bedeutendsten Differenzen in der Spicula-Grösse, oft an verschiedenen Theilen einer und derselben Person, in höchst characteristischer Weise sich geltend machen. Hier wird die Unterscheidung und Beschreibung der Arten sehr erleichtert und abgekürzt, wenn man bestimmte Grössenstufen aufstellt, welche ein für allemal absolute Gültigkeit haben. Ich habe es am zweckmässigsten gefunden, sechs solcher Grössenstufen für die Länge der Schenkel zu unterscheiden, welche in den systematischen Beschreibungen des natürlichen Systems, speciell bei den Leuconen, überall zur Anwendung kommen werden.

Diese sechs nachstehend angeführten Grössenstufen gelten natürlich bei den Stabnadeln für die ganze Länge der einfachen Nadeln von einem Ende bis zum anderen; bei der dreistrahligen und vierstrahligen Spicula dagegen für den längsten von den drei oder vier Strahlen, und zwar von seiner Spitze an gerechnet bis zu dem gemeinsamen Mittelpunkt der Nadel. Eine mittelgrosse Stabnadel oder eine einfache Nadel dritter Grösse ist also zwischen 0,4 und 0,69 Mm. lang. Ein mittelgrosser Dreistrahler oder eine dreischenkelige Nadel dritter Grösse aber ist eine solche, deren längster Strahl (gewöhnlich der basale) von seiner Spitze bis zum Mittelpunkt der Nadel zwischen 0,4 und 0,69 Mm. lang ist. Dasselbe gilt für die Vierstrahler. Die Dicke der Nadeln bleibt bei dieser, bloss für die Länge gültigen Scala ganz ausser Betracht.

Grössen-Scala mit sechs Stufen:

Sechste Grösse: 0,01—0,069 Mm (Winzig).
Fünfte Grösse: 0,07—0,099 Mm (Klein).
Vierte Grösse: 0,1—0,39 Mm (Mittelklein).
Dritte Grösse: 0,4—0,69 Mm (Mittelgross).
Zweite Grösse: 0,7—0,99 Mm (Gross).
Erste Grösse: 1 Millimeter und darüber (Colossal).

2. Organologie.

A. Das Canal-System.

Das Canal-System oder Wassergefäss-System ist das bedeutendste, morphologisch und physiologisch wichtigste Organ-System aller Spongien. Dies gilt ebenso von den Kalkschwämmen, wie von allen übrigen Schwämmen. Ja, man kann sogar sagen, das Canal-System ist das einzige, anatomisch selbstständige Organ-System im Körper der Spongien. Denn es bestimmt nicht allein die wesentlichsten Unterschiede in der Körperform der verschiedenen Gruppen, sondern es bestimmt auch mehr oder weniger die Structur und Form des Skelet-Systems, welches ausser dem Canal-System allein noch eine morphologisch differenzirte Einheit bildet.

Diese hohe und massgebende Bedeutung des Canal-Systems oder Gefäss-Systems der Spongien für ihre gesammten morphologischen und physiologischen Eigenthümlichkeiten ist von allen Spongiologen einstimmig anerkannt worden. Auch dass dasselbe im Wesentlichen eine nutritive Bedeutung für den Schwamm-Organismus besitzt, dass es ein „Ernährungs-Gefäss-System" darstellt, ist ziemlich allgemein zugegeben. Um so grösser und auffallender sind aber auf der anderen Seite die Widersprüche der ganz verschiedenen Ansichten, welche die verschiedenen Autoren über die morphologische Beschaffenheit dieses Systems aufgestellt haben, und der Vergleichungen, welche zwischen demselben und ähnlichen Gefäss-Systemen anderer Thiere aufgestellt worden sind.

Robert Grant, der uns in seinen 1825—1827 veröffentlichten vortrefflichen Untersuchungen die ersten genaueren Aufschlüsse über den Bau und die Lebens-Erscheinungen der Spongien gab, war auch der erste, der die eigenthümliche Beschaffenheit ihres Canal-Systems und der darin vorgehenden Strömungs-Erscheinungen entdeckte und genauer beschrieb. Nach seinen Beobachtungen sind überall auf der Oberfläche der Spongien zahlreiche feine (theils mikroskopische, theils makroskopische) Poren zerstreut, durch welche die ernährenden Wasserströme in den Spongien-Körper eindringen. Die zahlreichen engen Canäle, die aus diesen kleinen Poren entspringen, sammeln sich in weiteren Röhren, die wiederum zu wenigen, noch weiteren Canälen zusammenfliessen. Diese letzteren münden an der Oberfläche durch eine einzige gemeinsame oder durch wenige grössere Oeffnungen (Oscula), aus denen der gesammelte Wasserstrom wieder austritt. Da mit dem Wasserstrom auch die Excremente oder „Faecal-Granula", sowie zugleich die „bewimperten Eier" (d. h. die Flimmerlarven) der Spongien entleert werden, so sind die „Oscula" als Faecal-Oeffnungen („Fecal Orifices") oder Kloaken-Oeffnungen zu bezeichnen.

Diese Darstellung Grant's, welche in der That für die grosse Mehrzahl der Spongien (aber keineswegs für alle!) ganz richtig ist, bildete die Grundlage, auf

welcher sich die meisten nachfolgenden Untersuchungen und Reflexionen über das Canal-System der Spongien bewegten. Nicht allein die anatomische Anschauung von dem eigenthümlichen Bau dieses Röhren-Systems, sondern auch die physiologische Ansicht von der eigenthümlichen Richtung des Wasserstromes, der durch die kleinen Poren eintrete, durch die grossen Oscula austrete, galten als feststehend, besonders als sie durch die genauesten späteren Untersuchungen (namentlich von LIEBERKÜHN) nur bestätigt wurden. Man nahm nun fast allgemein an, dass das Gefäss-System der Spongien etwas ganz Besonderes sei, ein Apparat „sui generis", wie er bei anderen Thieren überhaupt nicht existire. Das ganz Eigenthümliche und Characteristische dieses nutritiven Apparates sollte vor Allem in der monocentrischen Anordnung [1]) der Gefässe und in der centrifugalen Richtung ihrer Verzweigung liegen, besonders aber in der centripetalen Richtung des darin verlaufenden Wasserstromes. LIEBERKÜHN, der zuerst die Anschauungen GRANT's durch seine sorgfältige Anatomie der Spongilla näher begründete, hob ausserdem (1857) noch besonders hervor, dass den Canälen besondere Wände fehlen. „Das Canal-System ist kein System von Gefässen mit eigenthümlichem Bau; sondern es ist gebildet durch eine eigenthümliche Lagerung des gewöhnlichen Körper-Parenchyms." Die amoeboiden Schwammzellen „bilden schwächere oder stärkere Lagen zwischen den verschiedenen Canälen und Höhlungen, theils vom Nadelgerüst getragen, theils nicht. Innerhalb solcher Parenchym-Balken beobachtet man zuweilen Wimper-Organe." Später modificirte LIEBERKÜHN diese Anschauung, nachdem er die Anatomie von zwei Kalkschwämmen genau kennen gelernt hatte. „Während bei den Grantien (d. h. bei den Asconen) und Syconen das contractile Parenchym (in den Hohlräumen des Körpers) fast durchweg mit Wimper-Epithel belegt ist, ist dies bei den anderen Spongien nur an vereinzelten, mehr oder weniger ausgedehnten Stellen der Fall, und sind demnach die Wimperzellen (soll heissen: Wimper-Organe) nur längere oder kürzere Röhren, Hohlkugeln, Stücke von Kugelschalen, die in grösserer oder geringerer Anzahl in dem contractilen Parenchym auftreten" (l. c. 1865, p. 747).

Nachdem schon GRANT die unipolare oder monocentrische Anordnung der Canäle, und die centrifugale Richtung ihrer Verzweigung ganz richtig dargestellt und LIEBERKÜHN dieselbe später bestätigt hatte, gaben dagegen zwei andere englische Spongiologen, CARTER und BOWERBANK, dreissig Jahre später eine wesentlich verschiedene

1) Monocentrische oder Unipolare Gefäss-Systeme können (wie es bei den „Wundernetzen" geschieht), allgemein solche Röhren-Systeme des Thierkörpers genannt werden, bei denen der Hauptstamm oder die Hauptstämme sich nur am einen Ende, nach einer Richtung hin verästeln (wie es bei dem Gefäss-Systeme der meisten Zoophyten der Fall ist). Amphicentrische oder Bipolare Gefäss-Systeme sind dagegen solche Röhren-Systeme, bei denen der Hauptstamm oder die Hauptstämme sich an beiden Enden, nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin verästeln (wie es bei dem Blutgefäss-Systeme der meisten höheren Thiere der Fall ist).

Darstellung vom Gefäss-System der Spongien. Beide scheinen von der unrichtigen Vergleichung desselben mit dem Blutgefäss-System der höheren Thiere ausgegangen zu sein und schrieben daher jenem (wie diesem) eine bipolare oder amphicentrische Anordnung zu.

Carter, der bis dahin nichts weiter als die *Spongilla* untersucht hatte, gab (1857) von deren Canal-System folgende, ganz falsche Darstellung: Dasselbe ist aus zwei ganz verschiedenen Systemen zusammengesetzt, einem einführenden und einem ausführenden Canal-Systeme; beide stehen in gar keinem unmittelbaren Zusammenhang. Durch die Poren der äusseren Umhüllungshaut gelangt das einströmende Wasser zunächst in grosse, unmittelbar unter dieser gelegene Hohlräume. Aus diesen entspringen zahlreiche feine einführende Gefässe *(Canales afferentes)*, welche in das innere Körper-Parenchym eindringen, hier durch zahlreiche Anastomosen ein cavernöses Gewebe bilden, und dann in den flaschenförmigen Wimper-Organen oder Magensäcken („ampullaceous stomachal-sacs") endigen. Zwischen diesen Magensäcken, deren Wand aus Wimperzellen gebildet wird, entspringen selbstständig, und ohne jeden Zusammenhang mit letzteren, die ausführenden Gefässe *(Canales efferentes)*. Diese verbinden sich zu grösseren Stämmen, die schliesslich durch die vortretenden Ausflussröhren *(Oscula)* ausmünden. Das Wasser tritt in die einführenden Canäle ein durch die Bewegung der Flimmerzellen, wogegen der Uebertritt des Wassers in die ausführenden Canäle durch die Contraction der pulsirenden Bläschen (Vacuolen) geschehen soll, die sich in den Flimmerzellen finden (!!). Dabei sieht Carter die flaschenförmigen, wimpernden Magensäcke selbst als die eigentlichen Thiere des Schwammkörpers an, welche Polypen vergleichbar in die gemeinsame Leibesmasse (Coenenchym) eingesenkt seien. Jeder Magensack soll durch Metamorphose einer einzigen Zelle entstehen. Diese gänzlich verkehrte Auffassung des Canal-Systems, welche weder auf die Spongilla, noch auf irgend einen anderen Schwamm passt, hat Carter später (1870) auch auf alle übrigen Spongien übertragen, nur mit dem Unterschiede, dass er jetzt nicht mehr die „flaschenförmigen Magensäcke", sondern deren einzelne Wimperzellen für das „eigentliche Schwammthier" erklärt. „The ultimate structure of the marine is, mutatis mutandis, the same as the ultimate structure of the freshwater Sponges" [1]).

Bowerbank fasst das Gefäss-System der Spongien, gleich Carter, als ein amphicentrisches oder bipolares Canal-System auf. Während aber nach Carter die beiden Systeme der einführenden und ausführenden Canäle in gar keinem directen Zusammenhang stehen, sind dieselben nach Bowerbank durch ein zwischen beiden liegendes feines Capillar-Netz unmittelbar verbunden. Sie verhalten sich zu einander wie arterielles und venöses Gefäss-System der höheren Thiere. Die einführenden

1) Carter, On the ultimate structure of Spongilla (Annals and Mag. of nat. hist. 1857, Vol. XX, p. 21, Pl. I). On the ultimate structure of marine Sponges (Ibid. 1870, Vol. VI, p. 329).

Canäle *(„Incurrent canals")*, welche aus grossen subdermalen Hohlräumen *(„Intermarginal cavities")* entspringen und den Arterien entsprechen, verästeln sich in centripetaler Richtung und lösen sich mit ihren feinsten Aesten in ein enges capillares Gefässnetz auf. Aus diesem entspringen dann wiederum die feinsten Aeste der ausführenden Canäle *(„Excurrent canals")*, welche den Venen entsprechen und sich zu grösseren Stämmen vereinigen, um schliesslich durch die Oscula auszumünden. In der That findet sich aber eine solche bipolare Anordnung der Canäle und ein solches „Capillar-Netz" bei keinem einzigen Schwamme. Ebenso seltsam und unrichtig, dabei zugleich sehr unklar, sind die Vorstellungen, welche sich Bowerbank über die speciellen Modificationen dieses amphicentrischen Canal-Systems bildet, und die Vergleichungen, welche er zwischen den verschiedenen Theilen desselben bei wesentlich verschieden gebauten Spongien anstellt. Wir werden später noch speciell darauf zurückkommen.

Weder die Darstellung des Canal-Systems von Carter, noch diejenige von Bowerbank, sind durch irgend einen nachfolgenden Beobachter bestätigt worden. Vielmehr hat sich durch die neueren Untersuchungen das Irrthümliche derselben mit voller Sicherheit herausgestellt. Auch sind jene Darstellungen nicht in die Lehrbücher übergegangen. Diese haben sich vielmehr meistens an die älteren Angaben von Grant und an die neueren von Lieberkühn gehalten, dabei aber immer das Canal-System der Spongien als eine ganz eigenthümliche, nur bei dieser Thierklasse vorkommende Organisation betrachtet. Diese Auffassung kann noch gegenwärtig als die herrschende gelten, ebenso wie die damit zusammenhängende Ansicht, dass die Spongien zu den Protozoen oder „Urthieren" gehören, und dass sie nächste Verwandte der Rhizopoden und Infusorien seien. Die grosse Mehrzahl der Spongiologen hält an dieser Auffassung noch heute fest, und nimmt an, dass die Spongien eine ganz eigenthümliche Klasse der Protozoen seien, durch ihr specifisches „Wasser-Gefäss-System" von allen übrigen Thieren verschieden.

Dieser herrschenden Anschauung trat zum ersten Male 1854 Leuckart entgegen, indem er in seinem „Jahresberichte" die Spongien als einen besonderen Anhang an seine Abtheilung der Coelenteraten (Corallen, Hydromedusen, Ctenophoren) anschloss, und die „Wassercanäle" der Schwämme mit der „Leibeshöhle" der Coelenteraten und den davon ausgehenden Ernährungs-Canälen verglich. Später (1866) führte er diesen Vergleich weiter aus, und erklärte die „Flimmerhöhle" im Inneren der Grantien (= Asconen, H.) für gleichbedeutend mit der „Leibeshöhle der Hydroidpolypen, die an den Enden der die einzelnen Polypen repräsentirenden Zweige durch eine Mundöffnung nach aussen führt. Die functionelle Bedeutung als „Ausfluss-Oeffnung" kann hier Nichts entscheiden, da die sogenannte Mundöffnung auch bei den übrigen Coelenteraten bekanntlich als Auswurfs-Oeffnung vielfache Verwendung findet. Die Einlass-Oeffnungen entsprechen den gleichfalls bekanntlich bei

den Coelenteraten fast allgemein verbreiteten sogenannten „Wasserlöchern", durch die auch hier schon das Wasser in das Innere tritt"[1]).

Der Vergleich der Spongien mit den Coelenteraten wurde dann weiter ausgeführt von MIKLUCHO, welcher in einem Aufsatze „über den coelenterischen Apparat der Schwämme"[2]) zum ersten Male die „Haupthöhle" oder „Ausströmungshöhle" der letzteren als „verdauende Cavität oder Magen", und deren Oeffnung (das „Ausströmungsloch oder den Schornstein") als „Mundöffnung" oder „Mund" bezeichnete. Auch zeigte er, dass die Stromesrichtung im Spongien-Körper keineswegs constant sei, und dass das Wasser durch die Schornsteine oder Ausströmungs-Oeffnungen nicht nur ausströmen, sondern auch einströmen könne. Seine Ansicht über die Verwandtschaft der Spongien und Coelenteraten fasste er in folgendem Satze zusammen: „Die jetzt lebenden Schwämme und Coelenteraten sind aus gemeinschaftlichen Grundformen entstanden, wobei aber die ersteren eine viel niedere Differenzirung eingegangen sind und zum Theil sich rückgebildet haben. Die Petrospongien (die fossilen Schwämme der älteren Erdperioden) stehen viel näher der Grundform und bilden den Uebergang zu den jetzt lebenden Schwämmen oder Antospongien." Zu dieser Auffassung gelangte MIKLUCHO namentlich dadurch, dass er zum Ausgangspunkt seiner Untersuchung die *Ascetta blanca* (= *Guancha blanca*, M.), einen der einfachsten Kalkschwämme, nahm.

Die Verwandtschaft der Spongien mit den Coelenteraten und die Vergleichung des „Wasser-Gefäss-Systems" der ersteren mit dem „Gastrovascular-Apparat" der letzteren, welche LEUCKART zuerst angedeutet, MIKLUCHO bestimmter behauptet hatte, ist dann ausführlicher nachgewiesen und durch die Entwickelungsgeschichte fest begründet worden in meinem Aufsatze „über den Organismus der Schwämme und ihre Verwandtschaft mit den Corallen"[3]). Ich führte daselbst den Nachweis, dass zwischen jenen beiden Canal-Systemen in der That eine wirkliche Homologie besteht, und dass die Wand dieser Canäle bei den Spongien ebenso wie bei den Hydromedusen, Ctenophoren und Corallen aus zwei ursprünglich verschiedenen Zellenschichten oder Blättern gebildet wird, aus dem Exoderm, welches dem äusseren Keimblatte, und aus dem Entoderm, welches dem inneren Keimblatte der höheren Thiere entspricht. Ich führte ferner den Nachweis, dass diese beiden ursprünglichen Bildungshäute schon bei der aus dem Ei entwickelten Flimmerlarve *(Planula)* in den beiden Gruppen der Coelenteraten und Spongien dieselben Verhältnisse zeigen; und dass die einfachsten und niedersten Genus-Formen, welche in diesen beiden Gruppen auftreten, in allen wesentlichen Beziehungen überein-

1) LEUCKART, Jahresberichte im Archiv für Naturg. 1854, II. Bd. p. 471 und 1866, II. Bd. p. 126.

2) MIKLUCHO, Beiträge zur Kenntniss der Spongien. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. IV. Bd., 1868, p. 232.

3) HAECKEL, Jenaische Zeitschr. V. Bd., 2. Heft, 1869, p. 207.

stimmen. Insbesondere verglich ich die einfachsten Formen der Kalkschwämme *(Olynthus*, bezüglich *Prosycum)* mit den einfachsten Formen der Hydromedusen *(Hydra)*. Weiterhin bewies ich, dass das coelenterische Canal-System der Kalkschwämme in drei wesentlich verschiedenen Hauptformen sich ausbildet, den Microporeuten, Cladoporeuten und Orthoporeuten, dass die beiden letzteren von der ersteren abzuleiten sind, und dass nur eine von diesen drei Formen, diejenige der Cladoporeuten, dem Schema entspricht, welches man sich gewöhnlich von dem Wasser-Gefäss-System der Spongien bildet. Endlich zeigte ich, dass bei vielen Kalkschwämmen in Folge eigenthümlicher Verwachsungs-Verhältnisse der Personen zwischen den Hohlräumen des ursprünglichen und wahren Gastrovascular-Systems oder Gastrocanal-Systems sich noch ein zweites, davon verschiedenes Canal-System entwickelt, welches sehr merkwürdige Formen bildet und welches ich das Intervascular-System oder Intercanal-System nenne. Ich werde nun zuerst die Anatomie des Gastrocanal-Systems und dann diejenige des Intercanal-Systems darstellen.

a. Das Gastrocanal-System oder Gastrovascular-System.

Das Gastrocanal-System der Larven.

Um zu dem naturgemässen morphologischen Verständniss des Canal-Systems der Kalkschwämme zu gelangen, müssen wir diejenige Form desselben aufsuchen, welche sich bei den frühesten Jugendzuständen dieser Thiere, bei ihren Embryonen und Larven zuerst zeigt. Die Entwickelungsgeschichte bleibt hier, wie überall, der „wahre Lichtträger für alle Untersuchungen über organische Körper." Ihre unermessliche Bedeutung liegt hier, wie überall, in dem innigen Causalnexus zwischen Ontogenie und Phylogenie, welchen das biogenetische Grundgesetz mit den Worten ausdrückt: „die Ontogenie oder die Entwickelungsgeschichte des organischen Individuums ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung der Phylogenie oder der gesammten Entwickelungsgeschichte der Vorfahren-Kette dieses Individuums." Bei den Kalkschwämmen bewährt sich die hohe Bedeutung dieses biogenetischen Grundgesetzes in ihrem ganzen Umfange. Denn die ganze Organisation dieser Thiere wird uns erst durch ihre Ontogenie vollständig klar, und durch diese letztere werden wir unmittelbar zu ihrer Phylogenie geführt.

Die frühesten Jugendzustände der Kalkschwämme, bei welchen wir die erste Anlage des Canal-Systems vorfinden, sind sehr einfache Organismen, nämlich flimmernde Larven (ähnlich den Flimmerlarven oder Planulae vieler anderer, niederer Thiere), welche mittelst ihres Flimmerkleides frei im Wasser umherschwimmen. In demjenigen Stadium ihrer Entwickelung, welches wir später in der Ontogenie als Gastrula definiren werden, zeigen diese Flimmerlarven bei allen drei Gruppen der

Kalkschwämme, bei den Asconen, Leuconen und Syconen, wesentlich dieselbe Bildung. Es sind entweder kugelige oder ellipsoide oder eiförmige Körper, welche eine einfache centrale Höhlung umschliessen. Die Wand dieser Höhlung oder die Körperwand besteht aus zwei Schichten von Zellen, Entoderm und Exoderm. Die innere Schicht oder das Entoderm besteht aus einer Lage nicht flimmernder Zellen. Die äussere Schicht oder das Exoderm besteht aus einer Lage von flimmernden Zellen (Geisselzellen).

Bei den meisten Kalkschwämmen zeigt diese centrale Höhle an einer Stelle, und zwar an einem Pole der Längsaxe, eine kreisrunde Oeffnung, und nun bezeichnen wir, wie bei den ganz ähnlichen Flimmerlarven der Corallen und anderer niederer Thiere, die centrale Höhle als Magen oder Haupthöhle *(Gaster, Cavitas gastrica)* und ihre Oeffnung als Mund oder Mündung *(Os, Osculum)*. Die innere Fläche der Höhle (vom Entoderm gebildet) kann nunmehr Magenfläche *(Facies gastralis)* heissen, die äussere Oberfläche dagegen (vom Exoderm gebildet) Hautfläche *(Facies dermalis)*.

Nachdem die Larve der Kalkschwämme in dieser Form einige Zeit im Meere umhergeschwärmt ist, fällt sie zu Boden und setzt sich fest. Die Anheftung erfolgt an dem, der Mundöffnung entgegengesetzten (aboralen) Pole der Längsaxe, mit einer flachen oder stielartigen Ansatzstelle, welche von nun an die Basis des Schwammkörpers bildet. Die Geisselzellen des Exoderms ziehen nunmehr ihre Geisselfäden ein, verschmelzen mit einander zum Syncytium, und beginnen ihre inneren Protoplasma-Producte, die Kalknadeln, auszuscheiden. Die Zellen des Entoderms umgekehrt, welche bisher nicht flimmerten, strecken je einen langen schwingenden Fortsatz hervor und überziehen fortan die Magenfläche als Geissel-Epithel.

Der junge Kalkschwamm in diesem Zustande, welchen wir Protolynthus nennen wollen, entspricht vollkommen jener gemeinsamen hypothetischen Stammform aller Kalkschwämme, welche ich in meinem Aufsatze über den Organismus der Schwämme (p. 221) mit dem Namen Prosycum belegt und in dem Prodromus (p. 236) mit folgenden Worten als Typus der ersten Familie (Prosycida) characterisirt habe: „Der reife Kalkschwamm bildet eine einfache, schlauchförmige, mit einer Mundöffnung versehene Person, deren Körperwand (Magenwand) ganz solid und nicht durchbohrt ist.“ Ich glaubte damals, dass solche Prosyciden, welche jenen primitiven Jugendzustand des festsitzenden Kalkschwammes dauernd beibehalten, noch jetzt existirten, und führte als zwei Species von Prosycum zwei kleine, von mir in Neapel gefundene Kalkschwämme an: *Prosycum simplicissimum* und *P. primordiale* (Prodr. p. 237). Indessen hat mich eine nachträgliche genauere Untersuchung überzeugt, dass diese beiden Formen nur vorübergehende Zustände von zwei *Olynthus*-Arten *(O. troglodytes* und *O. primordialis)* sind. Wenn nämlich bei *Olynthus*, der einfachsten Form der Asconen-Gruppe, die Hautporen nicht geöffnet, sondern

geschlossen sind, so ist diese Gattung von *Prosycum* gar nicht zu unterscheiden. Die Hautporen sind keine constanten, sondern veränderliche Organe, welche entstehen und vergehen; bald sich öffnen, bald sich schliessen. Wenn sie nun geschlossen sind, so bildet der Körper von *Olynthus*, genau wie von *Prosycum*, einen ganz einfachen Schlauch, dessen solide Wand nur an einer Stelle, an dem der Anheftungsstelle entgegengesetzten Ende der Hauptaxe, von einer einzigen und constanten Oeffnung durchbrochen ist. Diese Oeffnung ist die Mundöffnung *(Osculum)* und die innere Höhle des Schlauches ist die Magenhöhle. Die Wand derselben besteht nur aus zwei dünnen einfachen Zellen-Lagen. Die innere Lage, das Entoderm, ist eine Schicht von Geisselzellen. Die äussere Lage, das Exoderm, besteht aus den verschmolzenen Zellen, welche das Skelet abscheiden. Sobald aber nun die Zellen dieser Körperwand hier und da aus einander weichen und einen Wasserstrom in die innere Höhle eintreten lassen, sobald also veränderliche „Hautporen" entstehen, so geht die Stammform *Prosycum* in die einfachste Form der Asconen, in *Olynthus*, über, der sich nur durch die Fähigkeit der Porenbildung von ersterem unterscheidet.

Mit dem *Olynthus* haben wir, wie schon oben erörtert ist, die gemeinsame Stammform gewonnen, aus welcher sich alle übrigen Formen der Kalkschwämme unmittelbar ableiten lassen. Dieser Satz gilt speciell auch für die vergleichende Anatomie und Biogenie des Gastrocanal-Systems.

Die drei Hauptformen des Gastrocanal-Systems.

Das Canal-System der Kalkschwämme tritt in drei wesentlich verschiedenen Formen auf. Diese Verschiedenheit ist überhaupt die wesentlichste (weil die constanteste!), welche sich in der Organisation der Kalkschwämme findet, und liefert daher die sicherste Grundlage für das natürliche System dieser Organismen. Wir theilen demgemäss die ganze Gruppe in drei Abtheilungen (Familien des natürlichen Systems). In dem „Prodromus eines Systems der Kalkschwämme" (1869) habe ich diese drei Ordnungen mit folgenden Worten characterisirt (p. 253) [1]):

I. Microporeuta: Magenwand mit einfachen Hautporen (Parenchym-Lücken), ohne Parietal-Canäle.

II. Cladoporeuta: Magenwand mit ungeraden, unregelmässigen, verästelten Parietal-Canälen.

III. Orthoporeuta: Magenwand mit geraden, regelmässigen, radialen Parietal-Canälen.

---

1) Den drei hier aufgezählten Gruppen, Microporeuten, Cladoporeuten und Orthoporeuten habe ich im Prodromus noch eine vierte Gruppe vorausgeschickt: Aporeuta (Magenwand solid, ohne Hautporen und ohne Parietal-Kanäle. Einzige Gattung: *Prosycum*). Dieselbe fällt jetzt weg aus den bereits vorher angeführten Gründen.

Obwohl die angeführten Bezeichnungen dieser drei Gruppen ihre characteristischen Eigenthümlichkeiten und Unterschiede treffend ausdrücken, ziehe ich es doch vor, in dieser Monographie immer die *Microporeuta* als Ascones, die *Cladoporeuta* als Leucones und die *Orthoporeuta* als Sycones zu bezeichnen. Dieser Tausch rechtfertigt sich einerseits durch Anschluss an bekannte ältere Benennungen, anderseits durch den practischeren Gebrauch des kürzeren Namens [1]).

Die erste Familie des natürlichen Systems, die Ascones oder Microporeuta entsprechen im Ganzen den Leucosoleniae von Bowerbank, den Grantiae von Lieberkühn. Die einfachste Form dieser Familie ist der Olynthus, eine einzelne Person mit nackter Mundöffnung. Der Körper derselben bleibt stets ein sehr dünnwandiger, zarter Schlauch, dessen Wand von keinen besonderen Wandröhren oder constanten Parietal-Canälen, sondern statt dessen nur von einfachen, veränderlichen Hautporen (Parenchym-Lücken) durchsetzt wird. Diese Hautporen sind zugleich Magenporen und werden am besten als Loch-Canäle *(Tubi porales)* bezeichnet. Sie sind stets unbeständig und an einem und demselben Orte bald vorhanden, bald nicht. Auch bei allen anderen, von *Olynthus* abgeleiteten Formen der Asconen erhält sich dieser ganz einfache Bau der dünnen Gastrocanal-Wand.

Die zweite Familie des natürlichen Systems, die Leucones oder Cladoporeuta entsprechen im Ganzen den Leuconiae (und zugleich Leucogypsiae) von Bowerbank, den Grantiae von O. Schmidt. Die einfachste Form dieser Familie ist der *Dyssycus*, eine einzelne Person mit nackter Mundöffnung. Der Körper derselben ist ein dickwandiger, meist derber Schlauch, dessen Wand von ganz unregelmässig verästelten und vertheilten, ungeraden Wandröhren, den Ast-Canälen *(Tubi ramales)* durchsetzt wird. Die feinsten Zweige dieses Canal-Systems münden in sehr grosser Zahl auf der äusseren Oberfläche des Körpers durch mikroskopische Hautporen aus. Die gröbsten Zweige dagegen öffnen sich in viel geringerer Zahl inwendig in die Höhlung des Schlauchs oder in die Magenhöhle. Die dicke Magenwand ist demnach von einem monocentrischen Gefäss-System durchzogen, dessen Ramification centrifugal von der gastralen gegen die dermale Fläche gerichtet ist. Auch bei allen anderen, von *Dyssycus* abgeleiteten Formen der Leuconen findet sich dieses monocentrische System von centrifugal verästelten Canälen wieder.

Die dritte Familie des natürlichen Systems, die Sycones oder Orthoporeuta entsprechen im Ganzen den Grantiae von Bowerbank, den Sycones von Lieberkühn. Die einfachste Form dieser Familie ist der *Sycurus*, eine einzelne Person mit nackter Mundöffnung. Der Körper derselben ist ein dickwandiger, fester Schlauch, dessen Wand aus zahlreichen radialen, geraden, unverästelten Strahl-

1) ἀσκών, ὁ (Gen. ἀσκῶνος) Gruppe von Schläuchen.
λευκών, ὁ (Gen. λευκῶνος) Gruppe von Weisspappeln.
συκών, ὁ (Gen. συκῶνος) Gruppe von Feigen.

Canälen *(Tubi radiales)* zusammengesetzt ist. Jeder einzelne Radial-Tubus hat den Bau eines einfachen Ascon *(Olynthus)*. Die Radial-Tuben sitzen entweder frei auf der Magenwand, oder sind mehr oder weniger mit einander verwachsen. Sie münden auf der äusseren Oberfläche des Körpers durch mikroskopische Hautporen aus, auf der inneren Magenfläche dagegen durch grössere Oeffnungen (Magenporen).

Das phylogenetische Verhältniss dieser drei Gruppen zu einander lässt sich, wie wir jetzt schon vorausschicken wollen, mit wenigen Worten dahin bestimmen, dass die Leuconen und die Syconen zwei von einander unabhängige Aeste des Stammbaums sind, welche sich aus der gemeinsamen Stammgruppe der Asconen entwickelt haben. Wenn man dies genealogische Verhältniss klar übersehen und vollständig die ganze Bildung des Canal-Sytems verstehen will, muss man vor Allem einen Blick auf die Entwickelungsgeschichte desselben thun und sein erstes Auftreten bei den verschiedenen Formen der Kalkschwämme in Betracht ziehen.

I. Gastrocanal-System der Asconen.

Das Gastrovascular-System der Asconen oder Microporeuten führt uns die einfachste und primitivste Form vor Augen, welche dieses Organ-System in der Spongien-Classe überhaupt darbietet. Es zeigt uns die Grundform, aus welcher sich das Canal-System der übrigen Spongien entwickelt hat. Diese ursprüngliche Einfachheit bleibt im Wesentlichen bei allen Formen der Gruppe dieselbe, trotzdem durch ausserordentlich mannichfaltige Entwickelung der Individualität höchst verschiedenartige Bildungen des Gefäss-Systems zu entstehen scheinen. Der Schlüssel des Verständnisses wird auch für diese letzteren dadurch gefunden, dass man von den einfachsten Formen ausgeht und von ihnen aus genetisch den allmähligen Uebergang bis zu den höchst entwickelten Formen zu gewinnen sucht.

Die einfachste und ursprünglichste Form unter den Asconen und desshalb zugleich die wichtigste Form unter allen Kalkschwämmen ist der schon mehrfach genannte Olynthus, dessen hohe Bedeutung für die vergleichende Anatomie der Spongien nicht genug betont werden kann. Der *Olynthus* ist ein ganz einfacher Schlauch, der am einen Ende (am Aboralpol seiner Längsaxe) festgewachsen ist, am anderen Ende (am Oralpol) eine grössere Oeffnung, die Mundöffnung trägt. Die letztere führt in eine ganz einfache Höhle von der Form des Körpers. Dies ist die Haupthöhle oder Magenhöhle. (Vergl. die *Olynthus*-Form Taf. 1, Fig. 1 von *Ascetta primordialis*, Taf. 6, Fig. 1 von *Ascilla gracilis*, Taf. 11, Fig. 6, 7 von *Ascortis fragilis*, Taf. 13, Fig. 1 von *Asculmis armata*). Die dünne Wand des Schlauches besteht nur aus zwei einfachen Zellenschichten. Die innere Schicht, das Entoderm, wird bloss aus den Geisselzellen gebildet, von denen sich eine Anzahl beim reifen Olynthus zu Spermazellen und Eizellen umbildet. Die äussere Schicht, das Exoderm, wird bloss aus den verschmolzenen Zellen des Syncytium und den darin abgelager-

ten Kalknadeln zusammengesetzt. Soweit wäre also Olynthus überhaupt nicht von der eben geschilderten Stammform, dem *Prosycum* verschieden. Als einziger Unterschied von letzterem treten nun dazu die Hautporen, unbeständige einfache Löcher, welche die Wand des Schlauches an verschiedenen Stellen durchbohren und so die freie Communication der Magenhöhle mit dem umgebenden Wasser herstellen.

Die gewöhnliche Weise der Wassercirculation bei den Asconen besteht darin, dass in Folge der Flimmerbewegung, welche die Geisselzellen des Entoderms ausführen, das in der Magenhöhle befindliche Wasser ausgetrieben wird. Dadurch wird aber zugleich das den Schwamm äusserlich umgebende Meerwasser veranlasst, durch die Hautporen in die sich entleerende Magenhöhle einzuströmen, wie wir nachher noch ausführlicher auseinander zu setzen haben werden. Dies ist der Grund, wesshalb die Poren gewöhnlich als „Einströmungslöcher", der Magen als „Kloake" und der Mund als „Ausströmungsloch" bezeichnet werden. Da jedoch, wie wir sehen werden, diese Stromesrichtung keineswegs in allen Fällen constant ist, und da ferner, auch davon abgesehen, die Homologie zwischen den entsprechenden Theilen der Schwämme und Nesselthiere bestehen bleibt, werden wir ein für allemal die „Einströmungs-Löcher" als Hautporen, die „Kloake" als Magen oder Haupthöhle und die „Ausströmungs-Oeffnung" als Mund oder Osculum bezeichnen.

Aus dem *Olynthus* sind alle übrigen Formen der Asconen-Familie entstanden, theils durch Modificationen der Mundöffnung, theils durch Stockbildung. Die Stöcke, welche entweder durch Spaltung (Knospung, Theilung) oder durch Verwachsung (Concrescenz) von Personen entstehen, zeigen eine grosse Mannichfaltigkeit der äusseren Form. Insbesondere entstehen durch secundäre Verwachsung und netzförmige Anastomosen der einfachen Ascon-Röhren sehr merkwürdige und verwickelte Lücken-Systeme im Ascon-Stock, welche wir nachher beim „Intercanal-System" noch besonders betrachten werden. Das eigentliche Gastrocanal-System aber behält bei allen Asconen trotzdem seine ursprüngliche Einfachheit bei. Ueberall bleibt das Magenrohr dünnwandig und wird bloss von einfachen und veränderlichen Hautporen durchsetzt.

Die Loch-Canäle oder Poral-Tuben der Asconen.

Die Poren-Canäle oder Loch-Canäle *(Tubi porales)* der Asconen, welche zugleich die Stelle der Dermal-Poren und der Gastral-Poren vertreten, stellen keine bleibenden selbstständigen Canäle, keine constanten Organe dar, sondern bloss einfache Löcher ohne besondere Wand, unbeständige Parenchym-Lücken der Magenwand, welche bald da, bald dort entstehen und wieder vergehen. Wenn ein solcher Loch-Canal oder Poral-Tubus entsteht, so scheint die wesentliche Ursache dieses Vorganges eine ringförmige Contraction des Syncytium zu sein. Das contractile Protoplasma strebt sich zusammenzuziehen. Da es aber durch die Nadeln des Ske-

lets, die ihre gegenseitige Lagerung beibehalten, daran gehindert wird, so muss die zwischen den starren Nadelschenkeln ausgespannte dünne Sarcodine-Membran in der Mitte zerplatzen. Es entsteht ein rundes Loch, welches um so grösser wird, je länger die Contraction der Sarcodine andauert, je mehr sich die ringförmige Umgrenzungs-Substanz auf die feste Basis der Kalknadeln, zwischen denen sie ausgespannt ist, zurückzieht. Die Geisselzellen des Entoderms folgen dieser activen Bewegung des Exoderms nur passiv nach. Indem ihre Basis ein Loch erhält, weichen die benachbarten Geisselzellen rings um dieses Loch ebenfalls auseinander, und so gestaltet sich dasselbe zu einem Canal, welcher die ganze Dicke der Wand durchbricht. Dieser Poren-Canal ist meistens trichterförmig, aussen etwas weiter als innen, bisweilen auch umgekehrt inwendig etwas weiter als aussen; seltener ist der Canal ganz cylindrisch, oder in der Mitte am engsten, innen und aussen etwas erweitert (vergl. die Abbildung der Hautporen von der Fläche auf Taf. 1, Fig. 1, 2, 3, 7p; Taf. 7, Fig. 2, 5p; Taf. 13, Fig. 2p; im Profil auf Taf. 9, Fig. 2, 7p; Taf. 7, Fig. 2, 5p). Das umgebende Seewasser kann nunmehr frei durch den Poren-Canal in die Magenhöhle eintreten und strömt um so rascher ein, je schneller anderseits das in der Höhle befindliche Wasser durch die Flimmerbewegung der Geisselzellen aus der Mundöffnung ausgetrieben wird.

Ebenso einfach, wie die Poren entstehen, vergehen sie auch wieder. Die Contraction des Syncytium in der Umgebung der Poren lässt nach. Die ringförmige Protoplasma-Substanz fliesst wieder zusammen, das runde Loch wird enger, und schliesst sich endlich völlig. Die Geisselzellen des Entoderms folgen auch dieser Bewegung wieder passiv nach, indem sie der Unterlage entsprechend ihren Ort verändern. Ist die Sarcode der letzteren wieder völlig zusammengeschmolzen und das Loch zugeklebt, so stehen auch die Geisselzellen darüber wieder in unmittelbarem Contact und bilden eine ununterbrochene Epithelial-Schicht. Keine Spur erinnert mehr an den Poren-Canal, der hier kürzlich noch bestand. Wie BOWERBANK von den Hautporen der Spongilla sagt: „No cicatrix nemains for an instant after closing, no indication of the spot where the opening is the next moment to be effected.“ Sind alle Poren des Olynthus in dieser Weise wieder verschlossen, so ist es unmöglich, denselben von dem Prosycum zu unterscheiden. Auf Taf. 11 habe ich in Fig. 7 den reifen Olynthus von *Ascortis fragilis* mit geöffneten, in Fig. 6 mit geschlossenen Hautporen abgebildet. Letzterer würde, wenn die Poren nicht wieder erschienen, bleibend das ***Prosycum*** darstellen.

Die genaueste Beschreibung des Entstehens und Vergehens der veränderlichen Poren bei den Asconen hat bisher LIEBERKÜHN gegeben (Arch. f. Anat. u. Phys. 1865, p. 736). Er beschreibt sie bei seiner *Grantia botryoides* (= *Ascandra complicata*, H.) von Helgoland mit folgenden Worten: „An einzelnen Stellen ist die Körperwand von mikroskopischen Oeffnungen, den Einströmungslöchern durchbrochen,

deren Verhalten jedoch weit klarer auf Längsschnitten wird, die annähernd durch die Mitte eines Cylinders (einer Person, H.) fallen. Man erkennt dann zwischen den Nadeln das Körper-Parenchym von aussen her und sieht es, wie es dieselben zum Theil umschliesst und an vielen Stellen mit Einströmungslöchern versehen ist, die sich theils noch vergrössern, zum Theil verringern und schliessen oder auch unverändert bleiben. Wenn sich solche Oeffnungen schliessen, rücken die ihnen zunächst stehenden Wimperzellen zugleich etwas mit ihrem Substrat vor; aber wo die eigentliche Oeffnung war, ist letzteres beim Schluss unbedeckt. An Spiritus-Exemplaren finden sich häufig wimperfreie Stellen von der Grösse der Einströmungslöcher. Die von innen betrachtete Fläche der Körperwandung erscheint von langen, dicht bei einander stehenden Wimpern bedeckt, die noch lebhaft hin und her schwingen. Bei etwas tieferer Einstellung erblickt man die dicht gedrängt stehenden kleinen Zellen dazu und bemerkt, wie sie dem contractilen Parenchym auflagern, und nur im nächsten Umfange der Einströmungslöcher fehlen.“ Die Angabe LIEBERKÜHN's, dass beim völligen Verschlusse der Hautporen die betreffende Stelle des Syncytium von Geisselzellen unbedeckt bleibt, ist nur so lange richtig, als sich das Syncytium noch nicht vollständig zusammengezogen hat. Wenn man an lebenden Asconen die langsame Schliessung der Hautporen verfolgt, so bemerkt man allerdings zunächst nach eingetretenem Verschluss des Porus eine von Geisselzellen freie Stelle, welche dessen frühere Lage wirklich bezeichnet. Beobachtet man aber diesen Fleck längere Zeit anhaltend, so sieht man, dass er immer kleiner wird und endlich ganz verschwindet, indem die benachbarten Geisselzellen zusammenrücken. Dieser Zusammentritt erfolgt bei allen Asconen in Folge der zunehmenden Contraction des Syncytium; ist diese vollständig, so kann man keine Spur des früheren Loches mehr wahrnehmen. Nach einiger Zeit aber kann man bemerken, dass ein neuer Dermal-Porus statt des verschwundenen Porus sich bildet, und dass dieser nicht genau von denselben, sondern von anderen benachbarten Geisselzellen umschlossen ist. Mithin ist weder die Zahl noch die Lagerung der Poren constant. Das Interessanteste ist aber, dass diese, bei den Asconen und Syconen vergänglichen Hautporen sich bei den Leuconen theilweise zu bleibenden Canälen gestalten, dass man also nicht scharf zwischen den constanten, bleibenden, und den inconstanten, vergänglichen Poren-Canälen unterscheiden kann, und dass uns die Entstehung und der Ursprung dieser wichtigen Organe hier unmittelbar vor Augen tritt. Die bleibenden und die dauernden Poren der Leuconen verhalten sich in allen übrigen Beziehungen nicht verschieden. Immer sind sie einfache Parenchym-Lücken, ohne irgend welche besondere Auskleidung oder Gefässwand.

Die Zahl der Poren-Canäle ist bei allen Asconen sehr gross. Gewöhnlich ist sie abhängig von der Zahl der polygonalen Räume der Dermal-Fläche, welche durch die Schenkel benachbarter Spicula begrenzt werden. Wir wollen diese poly-

gonalen Räume Porenfelder nennen, weil in der Regel in der Mitte eines jeden solchen Raumes sich eine Pore befindet (Taf. 1, Fig. 2, 3; Taf. 6, Fig. 7). Seltener kommen zwei, drei oder noch mehr Poren auf jedes Porenfeld und dann sind die Poren meistens kleiner (Taf. 6, Fig. 9).

Die Form der Poren ist meistens kreisrund, indem die ringförmige Contraction der Sarcode, welcher sie ihre Entstehung verdankt, gleichmässig in allen Richtungen erfolgt. Doch sind auch elliptische und ovale Formen der Poren zu finden, seltener schmale, fast lanzetliche Spaltöffnungen, deren Gestalt dann durch die Raumverhältnisse der umschliessenden Spicula bestimmt wird.

Die Grösse der Poren bei den Asconen ist sehr gering. Niemals sind sie mit blossem Auge sichtbar. Gewöhnlich beträgt der Durchmesser der weit geöffneten Hautporen 0,01—0,02 Mm, seltener mehr, bis zu 0,03 oder selbst 0,04 Mm. Ueberall sind aber natürlich dazwischen kleinere und kleinste, je nach dem Contractions-Zustande, zu finden. Ausserdem ist selbstverständlich die Grösse des Porenfeldes, in welchem sich ein Porus bildet, von directem Einfluss auf den Durchmesser, den letzterer höchstens erreichen kann.

Für den Anfänger, der mit der Anatomie der Calcispongien noch nicht genauer vertraut ist, sind die Poren oft nicht leicht wahrzunehmen. So sagt z. B. Miklucho von seiner *Guancha blanca* (unserer *Ascetta blanca*): „Etwas, den sogenannten Einströmungsöffnungen Aehnliches habe ich nur bei ein paar Exemplaren gesehen: es waren sehr enge Canäle, die die äussere Hülle durchbrachen und sich in der mittleren Zellenschicht verloren; bis in die verdauende Cavität liessen sich dieselben nicht verfolgen. Bei sehr vielen anderen, speciell darauf untersuchten lebenden Schwämmen liess sich gar nichts derartiges auffinden.“ Dieses negative Resultat der Beobachtungen von Miklucho kann entweder nur an seiner Untersuchungs-Methode liegen; oder es waren zufällig an allen von ihm untersuchten Exemplaren die Poren ganz oder theilweise geschlossen. In der That sind die Poren bei *Ascetta blanca* nicht schwieriger als bei allen übrigen Asconen aufzufinden, und verhalten sich ganz wie bei diesen; ich habe sie an allen Formen derselben gesehen.

Wenn man an lebenden Asconen oft mit Auffindung der Poren Schwierigkeiten hat, so gelingt es dagegen in den meisten Fällen, dieselben an Weingeist-Exemplaren nachzuweisen, vorzüglich mit Hülfe der Carmin-Tinction. Noch deutlicher treten sie an getrockneten Personen hervor, welche man der Länge nach halbirt hat. Wenn sie auch dann nicht wahrzunehmen sind, so muss man annehmen, dass sie zufällig geschlossen sind.

An denjenigen Asconen, welche ich an ihrem natürlichen Fundorte unmittelbar nach dem Herausnehmen aus dem Meere sogleich in starken Weingeist gethan habe, finde ich die Poren meistens sehr zahlreich und weit geöffnet, seltener zusammengezogen oder ganz verschlossen. Bei denjenigen Asconen hingegen, welche nach

ihrer Entfernung aus dem Meere langsam an der Luft oder in unreinem Wasser abgestorben sind, und dann in Weingeist gethan wurden, finde ich die Poren meistens geschlossen oder nur sehr wenig geöffnet.

Der Abstand, durch welchen die benachbarten einzelnen Poren in der Magenwand der Asconen von einander getrennt sind, ist natürlich abhängig einerseits von dem Contractions-Zustande der Poren, anderseits von der Dicke der Spicula, welche die Poren von einander trennen und so die Porenfelder umgrenzen. Gewöhnlich ist jener Abstand durchschnittlich ebenso gross oder wenig grösser, 2—3mal so gross, als der mittlere Durchmesser der weit geöffneten Poren.

Ganz ebenso wie in der Magenwand des einfachen *Olynthus*, verhalten sich die Dermal-Poren auch bei allen anderen Formen der Asconen, bei den solitären wie bei den socialen. Nirgends tritt in dieser Familie eine weitere Entwickelung derselben zu constanten Canälen ein. Ueberall bleiben die Poren vielmehr veränderliche Parenchym-Lücken, welche bald hier, bald dort das Exoderm und Entoderm der dünnen Magenwand durchbohren und Wasser von aussen in die Magenhöhle oder Darmröhre eintreten lassen.

2. Gastrocanal-System der Leuconen.

Das Gastrovascular-System der Leuconen oder Cladoporeuten besitzt im Wesentlichen diejenige Form, welche bei den Kieselschwämmen und Hornschwämmen vielleicht die ausschliessliche, jedenfalls die vorherrschende ist. Die Leuconen sind daher unter den drei natürlichen Familien der Kalkschwämme diejenige, welche sich am engsten an die übrigen Schwämme anschliesst. Da nun die Anschauungen, welche man sich vom Canal-System der übrigen Spongien gebildet hatte, grösstentheils auf dieser Form desselben beruhten, wird es gerechtfertigt sein, wenn wir hier den Kreis unserer Betrachtung erweitern und zugleich mit dem Canal-System der Leuconen auch das entsprechende Gefäss-System der Hornschwämme und Kieselschwämme untersuchen.

Die einfachste und ursprünglichste Form unter den Leuconen ist der *Dyssycus*, eine isolirte Person mit einfacher Mundöffnung. Der Körper hat gewöhnlich die Form eines etwas unregelmässigen, eiförmigen oder länglich runden Schlauches, der am einen Ende (am Aboralpol der Längsaxe) fest gewachsen ist, am anderen Ende (am Oralpol) ein einfaches Loch, die Mundöffnung trägt. Die letztere führt in eine ganz einfache Höhle, die Haupthöhle oder Magenhöhle. Die Wand dieser letzteren ist stets viel dicker als bei den Asconen, und meistens auch dicker als bei den Syconen. Daher ist der Raum der Magenhöhle bei den Leuconen enger, als bei den beiden anderen Familien (vergl. die Abbildung der *Dyssycus*-Form: Taf. 21, Fig. 11 von *Leucetta primigenia;* Taf. 22, Fig. 3a von *Leucetta pandora;* Taf. 24, Fig. 4—8 von *Leucilla amphora;* Taf. 26, Fig. 1—4 von *Leucaltis floridana;* Taf. 29, Fig. 1 von *Leucortis*

pulvinar: Taf. 30, Fig. 1 von *Leuculmis echinus;* Taf. 37, Fig. 1 von *Leucandra lunulata;* Taf. 40, Fig. 7 von *Leucandra ananas* etc.)

Die Magenwand ist in ihrer ganzen Dicke von ungeraden, unregelmässigen und verästelten Canälen durchsetzt, die wir ein für allemal als Astcanäle *(Tubi ramales)* bezeichnen wollen, im Gegensatz zu den einfachen Lochcanälen der Asconen und zu den Radial-Tuben der Syconen. Im Allgemeinen nimmt bei den Leuconen die Weite der verästelten Canäle von aussen nach innen regelmässig zu, wie ihre Zahl entsprechend abnimmt. Die ganze Oberfläche ist von mehr oder minder dicht stehenden Hautporen durchbrochen, die wie bei den übrigen Kalkschwämmen beschaffen sind. Die Hautporen führen aber weder direct in die Magenhöhle, wie bei den Asconen, noch in weite, gerade Radial-Tuben, wie bei den Syconen. Vielmehr führen die Hautporen der Leuconen zunächst in sehr feine und enge, senkrecht auf der äusseren Hautfläche stehende Canälchen, welche nicht weiter als die Hautporen selbst sind. Die benachbarten Canälchen vereinigen sich zu etwas weiteren Röhrchen, die nach innen vordringen. Diese Röhrchen fliessen wieder zu noch weiteren Canälen zusammen, welche noch näher dem Magen liegen, und endlich münden alle diese Canäle auf der inneren Magenfläche durch eine verhältnissmässig geringe Zahl von Gastral-Ostien aus.

Diese Magen-Löcher *(Ostia gastralia)* sind stets mehr oder minder unregelmässig vertheilt, an Form und Grösse ungleich. Niemals sind dieselben so völlig gleich an Form und Grösse, und so regelmässig in Reihen vertheilt, wie bei den meisten Syconen. Man kann daher in der Regel schon durch den blossen Anblick der Magenfläche diese beiden Gruppen unterscheiden. In der Regel mündet bei den Leuconen zwischen den grossen Gastral-Ostien noch eine Anzahl feinerer Canäle durch viel kleinere Löcher aus.

Jeder Magen-Porus oder jedes Ostium gastrale muss als das Centrum eines monocentrischen Canal-Systems, als der Pol eines unipolaren Gefäss-Systems angesehen werden. Von diesem Centrum oder Pol aus verästelt sich der Gefäss-Stamm centrifugal, um schliesslich durch zahlreiche feine Poren auf der Dermalfläche auszumünden. Die verästelten Canäle verbinden sich gewöhnlich während ihres centrifugalen Verlaufes unter einander und mit denen der benachbarten Canal-Systeme durch zahlreiche Anastomosen; seltener thun sie dieses nicht. Sehr häufig schwellen sie während ihres Verlaufs varicös an und bilden zahlreiche sogenannte „Wimperkammern". Wie mannichfaltig aber auch in diesen und anderen Beziehungen das Gefäss-System der Leuconen beschaffen ist, immer lässt es sich auf das eben angeführte Schema des Dyssycus zurückführen und genetisch von diesem ableiten. Dies gilt namentlich auch von den Complicationen des verästelten Gefäss-Systems, welche bei den stockbildenden Leuconen auftreten.

Die Ast-Canäle oder Ramal-Tuben der Leuconen.

Ein verhängnissvoller Umstand für die bisherige Auffassung des Canal-Systems der Spongien war es, dass man als Ausgangs-Punct und als Basis für das Verständniss desselben eine der am meisten differenzirten Formen von Spongien mit Ramal-Canälen wählte, nämlich den Süsswasser-Schwamm oder die *Spongilla*. Aus den sorgfältigen Untersuchungen von LIEBERKÜHN, CARTER und Anderen ging hervor, dass der Körper der *Spongilla* von einem sehr unregelmässigen Geflecht oder Netzwerk von verästelten und anastomosirenden Canälen durchzogen wird, welche im grössten Theile ihres Verlaufes keine besondere zellige Wand besitzen, und nur hie und da in einzelne erweiterte Kammern („Wimper-Organe") anschwellen, welche mit Flimmer-Epithel ausgekleidet sind. Das Wasser, welches durch sehr zahlreiche mikroskopische Poren der Haut-Oberfläche eintritt, gelangt unter dieser zunächst in grosse, unmittelbar darunter gelegene Hohlräume, welche wir subdermale Höhlen nennen wollen (BOWERBANK's „Intermarginal cavities"); und aus diesen entspringen erst die verästelten engeren Canäle („Interstitial canals" von BOWERBANK), welche schliesslich durch grössere Oeffnungen („Oscula") in eine gemeinsame centrale Höhle „Cloaca" münden. Aus dieser führt der Cloaken-Mund („Mouth of cloaca" von BOWERBANK) nach aussen.

Diese Canal-Verhältnisse von *Spongilla* führten zu der irrthümlichen Auffassung, dass im Körper der Spongien eine Anzahl von ganz specifischen Canal-Einrichtungen existirten, wie sie im Körper anderer Thiere nicht vorkommen. Als solche galten bisher vor allen die „eigenthümlichen Wimper-Apparate" oder „Wimper-Organe" (die „flaschenförmigen Säcke" von CARTER), ferner die „Interstitial-Canäle", die „Intermarginal-Höhlungen" und die „Cloaken" von BOWERBANK u. s. w. Die Anschauung, dass alle diese Theile des Canal-Systems als ganz eigenthümliche, specifische Einrichtungen des Schwamm-Organismus anzusehen seien, wurde fast allgemein, und gerade hierauf stützte sich vorzüglich die herrschende Ansicht, dass die Spongien eine ganz isolirte Classe von eigenthümlich organisirten Urthieren oder Protozoen seien.

Meine eigenen Untersuchungen haben mich zu einem völlig entgegengesetzten Resultate geführt, und ausgehend von den einfachsten Formen, deren continuirliche Entwickelung bis zu den differenzirtesten ich verfolgt habe, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass nirgends bei den Spongien eine solche eigenthümliche und specifische Organisations-Einrichtung existirt, dass vielmehr alle diese besonderen Einrichtungen des Wassercanal-Systems nichts weiter sind, als Modificationen und Differenzirungen des Gastrovascular-Systems, welches allen Zoophyten gemeinsam zukommt.

Ehe ich die verschiedenen speciellen Modificationen, welche dieses Canal-System

bei den Leuconen erleidet, näher schildere, will ich der Uebersicht halber die Resultate vorausschicken, welche ich bezüglich der eben angeführten specifischen Organe überhaupt erhalten habe. Ich berücksichtige dabei vorzüglich die Auffassung von Bowerbank, welcher die unnatürliche und geschraubte Deutung der bezüglichen Verhältnisse am weitesten getrieben und in der chaotischen Confusion der einfachsten Verhältnisse nächst Carter das Grösste geleistet hat. Es ist kaum möglich, die thatsächlichen Verhältnisse in der Organisation des Canal-Systems bei den Spongien gekünstelter zu deuten und unklarer aufzufassen, als dies von Carter und demnächst von Bowerbank geschehen ist.

Das Gastrovascular-System aller Leuconen, und aller Hornschwämme und Kieselschwämme, welche gleich diesen verästelte Canäle besitzen, ist in einem Theile mit Geissel-Epithel belegt, in einem anderen Theile nicht. Das Geissel-Epithel des Entoderms fehlt constant in den „Einströmungslöchern“ und den „Einströmungs-Canälen“ der Autoren, d. h. in den Hautporen und in den davon ausgehenden feinsten peripherischen Canälen, welche das Wasser gewöhnlich eintreten lassen. Das Geissel-Epithel fehlt ferner constant in der Magenhöhle („Ausströmungshöhle“ oder „Schornstein“ der Autoren, „Kloake“ von Bowerbank); ebenso an deren Mundöffnung („Ausströmungsloch“ der Autoren, „Kloaken-Mund“ von Bowerbank). In dem übrigen Theile des Canal-Systems, also in den centrifugal verästelten Canälen, welche zwischen der Magenhöhle und den Hautporen liegen, und welche gewöhnlich den Wasserstrom aus den letzteren in die erstere leiten, ist das Geissel-Epithel bisweilen überall zu finden; meistens aber fehlt es auf grösseren und kleineren Strecken und ist nur auf einzelne sinuöse oder varicöse Erweiterungen der Canäle beschränkt. Diese varicösen Anschwellungen der ramalen Canäle sind die „Wimper-Apparate“ von Lieberkühn, die „Wimperkörbe“ von Oscar Schmidt, die „flaschenförmigen Säcke“ von Carter, die „Wimperorgane“ oder „Wimperkammern“ anderer Autoren. Ich nenne dieselben, da sie von Geissel-Epithel ausgekleidet sind, „G e i s s e l - K a m m e r n“. Bisweilen, aber selten, erweitern sich die verästelten Canäle (die „Interstitial Canals“ von Bowerbank) auch unmittelbar unter der Dermalfläche zu grossen Kammern, welche zu geräumigen Sinus zusammenfliessen können, jedoch niemals flimmern. Diese grösseren Höhlungen sind die „Intermarginal-Cavities“ von Bowerbank, welche ich als „Subdermal-Höhlen“ passender zu bezeichnen glaube.

Was nun die Astcanäle oder Ramal-Tuben der Leuconen betrifft, so sind vorzüglich die folgenden Modificationen zu unterscheiden, deren Verhalten auf Querschnitten der Dyssycus-Form in Fig. 8—11 auf Taf. 40 dargestellt ist. Das Entoderm ist daselbst mit rother, das Exoderm mit blauer, die Hohlräume des Canal-Systems mit schwarzer Farbe bezeichnet. Die vier hauptsächlichsten Modificationen können als 1) baumförmiger, 2) netzförmiger, 3) traubenförmiger und 4) blasenförmiger Typus der Ramification unterschieden werden.

A. Der baumförmige Typus der Astcanäle.

Dieser Typus ist die ursprünglichste und einfachste, aber im Ganzen seltenste Modification. Sie findet sich im Canal-System von *Leucetta primigenia, Leucyssa cretacea, Leucandra lunulata, Leucandra bomba* und einigen anderen Arten (Taf. 38, Fig. 1; Taf. 40, Fig. 9). Hier entspringen aus der Magenhöhle zahlreiche weite Canäle, welche sich ziemlich regelmässig baumförmig gegen die Dermalfläche verzweigen. Die anfangs weiten Aeste werden gegen die Oberfläche hin immer enger und zahlreicher, und gehen endlich in die feinsten Canälchen über, welche schliesslich durch die Hautporen der Dermalfläche ausmünden. Die Canäle sind entweder in ihrer ganzen Ausdehnung oder doch im grössten Theile derselben von dem Geissel-Epithel des Entoderms bekleidet. Nur die äussersten Enden der feinsten Canal-Aeste (nächst den Hautporen) und die innersten Enden der gröbsten Canal-Stämme (nächst der Magenhöhle) bleiben von Geissel-Epithel frei. Bisweilen fehlen bei dieser Anordnung des Canal-Systems Anastomosen der Aeste gänzlich, so dass jeder verästelte Gefässstamm für sich ein selbstständiges und vollständiges monocentrisches Canal-System bildet. Andere Male finden sich hie und da einzelne Anastomosen benachbarter Canäle. Seltener sind die Anastomosen bei dieser Form reichlicher, so dass die Canäle vielfach unter einander zusammenhängen. Immer aber bleiben die Stämme und die gröberen Aeste, etwa in der proximalen Hälfte der Magenwand, isolirt, und die Anastomosen beschränken sich auf die feineren und feinsten Aeste, gewöhnlich nur in der distalen Hälfte der Magenwand. Während gewöhnlich die Aeste cylindrisch sind, werden sie bisweilen plattgedrückt, bandförmig, so namentlich bei *Leucandra lunulata* (System, p. 190). Bisweilen zeigen auch die cylindrischen Aeste hie und da spindelförmige Anschwellungen oder varicöse Erweiterungen, welche sogar kugelig werden und sich zu wirklichen Wimperkammern gestalten können. Dann geht der baumförmige Canal-Typus (A) in den traubenförmigen (C) über. Wie der baumförmige Typus der Astcanäle unter den Leuconen nur selten ist, so scheint er sich auch nicht häufig bei den Hornschwämmen und Kieselschwämmen zu finden. Die einzige bezügliche Angabe, welche ich in der Literatur finden kann, ist eine Mittheilung von Kölliker über *Spongelia elegans*, bei welcher „die verästelten Wimpercanäle Gruppen" (d. h. monocentrische Systeme) zu bilden scheinen [1]).

---

1) Kölliker, Icones histologicae, I. Heft, 1864, p. 66: „Die Wimperorgane sehe ich an einer ausgebildeten *Spongelia elegans* anders, als sie Lieberkühn bei einem kleinen Exemplare fand. An der Stelle kugeliger Organe traf ich wirkliche Wimpercanäle, welche in grosser Anzahl allerwärts im Innern sich fanden, und besonders in der Nähe der Hornfasern angehäuft waren. Ich kann übrigens nicht behaupten, dass es mir gelungen sei, die Verhältnisse dieser Canäle vollständig zu ergründen, immerhin glaube ich sagen zu dürfen, dass in den einzelnen Gruppen die Canäle vielfach gewunden verlaufen, sich verästeln und unter einander zusammenhängen. Dagegen wage ich darüber keine Entscheidung, ob die Wimper-

B. Der netzförmige Typus der Astcanäle.

Dieser Typus der Astcanal-Bildung entsteht aus dem vorhergehenden baumförmigen einfach dadurch, dass die Anastomosen der baumförmig verzweigten Canäle zahlreicher werden und sich nicht bloss auf die feineren Aestchen beschränken, sondern auch zwischen den gröberen Zweigen stattfinden. Im höchsten Grade der Ausbildung erscheint dann das ganze Wand-Parenchym des Leucon von einem dichten Gefässnetze durchzogen, ähnlich wie bei einer sehr blutgefäss-reichen Drüse. In geringeren Graden der Ausbildung beschränkt sich die Netz-Formation auf den mittleren Theil des Wandparenchyms, während der proximale (der Magenfläche anliegende) Theil nur von den weiten, nicht anastomosirenden Hauptstämmen, der distale (der Hautfläche anliegende) Theil nur von den engen, ebenfalls nicht anastomosirenden Endästen der verzweigten Canäle durchzogen wird. Der netzförmige Typus der Astcanal-Bildung findet sich unter den Leuconen nicht selten, viel häufiger als der baumförmige. Er kommt z. B. vor bei *Leucetta trigona*, *Leucaltis crustacea*, *Leucandra cataphracta* und *L. stilifera* (Taf. 40, Fig. 11). Bei der letztgenannten Art bilden die Astcanäle ein ziemlich enges und regelmässiges Netz mit rundlich-polygonalen Maschen; in anderen Fällen dagegen sind die Maschen sehr unregelmässig und von sehr ungleicher Grösse. Oft sind sie streckenweise varicös, an vielen Stellen zu spindelförmigen oder fast kugeligen Anschwellungen erweitert, die sich zu förmlichen „Geisselkammern" gestalten können. Dann geht der netzförmige Typus (B) in den traubenförmigen Typus (C) über. Das Geissel-Epithel des Entoderms kleidet in der Regel die Hohlräume des netzförmigen Canal-Systems fast vollständig und im Zusammenhange aus; es fehlt nur an den gröbsten Stämmen, welche in die Magen-

---

canäle im ganzen Schwamme unter einander verbunden sind, wie es den Anschein hat, oder ob dieselben kleine Gruppen bilden, die für sich mit den von Lieberkühn gesehenen Einströmungslöchern beginnen, und in die Ausströmungscanäle einmünden. Die Weite der Wimpercanäle ist im Mittel 0,03 — 0,06'''; ihre Wand wird einfach von dem Parenchym des Innern gebildet und trägt einen einfachen Ueberzug von kleinen Flimmerzellen, wie bei den Kalkspongien. Sehr oft dient eine Parenchymlage zwei benachbarten Wimpercanälen als gemeinschaftliche Begrenzung, andere Male begrenzt, wie bei *Nardoa*, eine und dieselbe Wandung einerseits einen Wimpercanal, und andererseits einen Ausströmungsraum. Bei einer *Spongelia* von Villafranca, die der *Sp. elegans* nahe steht, aber in ihren Fasern im Ganzen nur wenige Einschlüsse enthält, waren die Wimperorgane ausgezeichnet schön, wie ich sie bei keiner anderen Spongie gesehen (Taf. IX, Figg. 12. 13). Dieselben erscheinen auf Flächen, wie auf senkrechten Schnitten, meist als rundliche getrennte Blasen, doch liessen sich an vielen Orten auch längliche Formen und Verbindungen der einzelnen Blasen erkennen. An der Oberfläche standen dieselben gruppenweise mit Einströmungslöchern in Verbindung; dagegen gelang es mir nicht, Einmündungen derselben in die zahlreichen anastomosirenden Wassercanäle im Innern aufzufinden, so dass ich auch hier über die genaueren Beziehungen der verschiedenen flimmernden und nicht flimmernden Hohlräume zu einander keine Aufschlüsse zu geben im Stande bin."

höhle münden, und an den feinsten Endästen, welche auf der Dermalfläche sich öffnen. In anderen Fällen geht jedoch das Geissel-Epithel auch noch auf anderen Strecken der Netz-Canäle verloren und bleibt nur an einzelnen Stellen, so dass die Entoderm-Bekleidung überall unterbrochen erscheint. Am reichlichsten bleibt dieselbe in der Mitte der Magenwand erhalten, in gleicher Entfernung von der gastralen wie von der dermalen Fläche. Wie weit der netzförmige Typus der Astcanal-Bildung bei den Hornschwämmen und Kieselschwämmen verbreitet ist, lässt sich zur Zeit noch gar nicht übersehen. Nach KÖLLIKER's Darstellung scheint derselbe z. B. bei *Corticium candelabrum* vorzukommen, bei welchem „alle Wassercanäle, auch die weitesten, ein Epithel besitzen" [1]).

C. Der traubenförmige Typus der Astcanäle.

Der traubenförmige oder drüsenförmige Typus des Astcanal-Systems ist insofern der interessanteste von allen, als er einerseits als der am stärksten differenzirte Typus in der Bildung des Canal-Systems der Spongien gelten kann, anderseits aber irrthümlicherweise als der wahre und allgemeine Typus des Canal-Systems bei den Schwämmen überhaupt bisher angesehen worden ist. Dieser Irrthum rührt daher, dass die meisten Autoren bei ihrer Auffassung des „Wassergefäss-Systems" der Schwämme von dem gemeinen Süsswasserschwamme, der *Spongilla*, ausgingen, und den hier wirklich bestehenden und sehr ausgeprägten traubenförmigen Typus auch bei allen anderen Spongien nachzuweisen suchten. Indem sie nun aber bei vielen Schwämmen ganz vergeblich danach suchen mussten, gelangten sie vielfach zu der verkehrtesten Auffassung. Es würde eben so verkehrt sein, wenn man z. B. bei den Hydromedusen das höchst differenzirte Gastrovascular-System einer Aurelia oder eines Rhizostoma als den allgemeinen Typus der Canal-Bildung bei allen Hydromedusen ansehen, und alle dort vorkommenden einzelnen Theile desselben, den Ringcanal, die verzweigten Radial-Canäle, die Gefässe der Fangfäden, der Mundlappen etc., auch bei den einfachsten Hydroiden, bei Hydra und überhaupt bei allen anderen Hydromedusen nachweisen wollte. Allerdings ist in der vergleichenden Anatomie der hier vorliegende Fall, dass man die höchst differenzirte Form eines Organ-Systems als allgemeine Norm und „Typus" dieses Systems aufgefasst hat, nicht selten vorgekommen. Indessen bedarf es keines besonderen Hinweises darauf, dass dieses Verfahren völlig verkehrt ist. Nur aus den einfacheren und niederen Zuständen der Organisation lassen sich die zusammengesetzteren und höheren erklären, nicht aber umgekehrt.

---

1) KÖLLIKER, Icones histolog. I. Heft (1864) p. 68; Taf. IX, Fig. 10, 11. Die unter einander zusammenhängenden, stark gewundenen und anastomosirenden Canäle sind stellenweise kugelig erweitert und besitzen eine rosenkranzförmige Gestalt. „Die Deutung der Wassercanäle wird bei Corticium dadurch erschwert, dass alle, auch die weitesten Canäle, ein Epithel besitzen."

Demnach ist der traubenförmige Typus des Astcanal-Systems, wie er bei Spongilla, bei vielen anderen Kieselschwämmen und Hornschwämmen aber nur bei einer beschränkten Anzahl von Kalkschwämmen vorkommt, keineswegs (wie bisher fast allgemein geschah) als der normale und characteristische Typus des Gastrovascular-Systems der Spongien zu betrachten, sondern nur als ein einzelner, und zwar als der am meisten differenzirte Special-Fall in der Ausbildung dieses Systems. Unter den Kalkschwämmen folgen zwei von den drei natürlichen Familien, die Asconen und Syconen, einem gänzlich verschiedenen Typus der Canal-Bildung; und selbst bei der dritten Familie, bei den Leuconen, erscheint der traubenförmige Typus nur als einer von den vier verschiedenen Typen, nach denen sich das Astcanal-System dieser Familie differenzirt.

Der traubenförmige Typus des Astcanal-Systems ist durch folgende Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet: Die Astcanäle, welche von der Magenfläche ausgehen und sich centrifugal gegen die Dermalfläche hin verästeln, sind an einzelnen oder an vielen Stellen varicös angeschwollen oder blasenförmig, meist kugelig erweitert; nur diese Anschwellungen oder Kammern sind inwendig mit Geissel-Epithelium ausgekleidet, während dasselbe auf allen übrigen Flächen des Canal-Systems völlig fehlt. Wenn man also einen guten Querschnitt oder Längsschnitt eines solchen Schwammes untersucht (— beide Schnitte liefern hier im Wesentlichen dasselbe Bild —), so sieht man zunächst aus den mikroskopischen Hautporen der Dermalfläche sehr zahlreiche und enge Canäle (dermale Poren-Canäle) entspringen; diese verbinden sich zu gröberen Canälen, die wiederum zu noch weiteren Gefässen centripetal zusammenfliessen; endlich münden diese letzteren durch eine verhältnissmässig geringe Zahl von Canälen grössten Calibers in die Magenhöhle (die Kloake oder Ausströmungshöhle) ein. Ob diese verästelten Canäle während ihres Verlaufes sich gar nicht oder wenig oder vielfältig durch Anastomosen verbinden, ist für den traubenförmigen Typus des Astcanal-Systems ganz gleichgültig. Der wesentliche Character desselben liegt vielmehr darin, dass alle diese Canäle völlig frei von Geissel-Epithel sind und bloss von dem Syncytium des Exoderm umschlossen werden. Das Geissel-Epithel des Entoderm ist ausschliesslich beschränkt auf die blasenförmigen Erweiterungen, welche an einzelnen oder an vielen Stellen im Verlaufe der verästelten Canäle angebracht sind. Diese flimmernden varicösen Anschwellungen sind die specifischen „Wimper-Apparate“ der Autoren.

Diese „Wimper-Apparate“ sind zuerst 1856 von Lieberkühn entdeckt worden. An zerfaserten Stücken von Spongilla fand er „in ihrem Inneren eine runde Höhlung, die vollständig mit einer einfachen Lage von Wimperzellen bedeckt ist; die feinen Wimpern dieser Zellen ragen nach dem Mittelpunkt der Höhlung hinein und bewegen sich noch lange Zeit. Jede einzelne Wimperzelle ist mit einer langen dünnen Wimper versehen.“ Später (1857) beschrieb er genauer die Anordnung dieser kugel-

förmigen Wimper-Apparate. „Sie liegen entweder gleich im Anfang oder im weiteren Verlauf der Canäle. Ihre Eingangsöffnung ist nur in wenigen Fällen sichtbar; liegt sie gerade nach oben, so erscheint sie meist als fast kreisförmig und der Canal ist hier gewöhnlich enger; in seltenen Fällen finden sich zwei Einflussöffnungen. Der Einflussöffnung gegenüber oder in geringer Entfernung von ihr liegt die Ausflussöffnung; wo diese sichtbar war, unterschied sie sich weder in der Grösse, noch in der Form von jener.“ Auch bei einem marinen Kieselschwamme (*Spongia limbata*, JOHNSTON = *Chalina limbata*, BOWERBANK) fand LIEBERKÜHN die kugeligen Wimper-Apparate wieder, welche hier 0,038 Mm. Durchmesser besassen. Später beobachtete er dieselben auch bei Hornschwämmen, wo sie $\frac{1}{10}$ Mm. Durchmesser erreichten [1]).

Nach LIEBERKÜHN hat zunächst CARTER (1857) die Geisselkammern beschrieben, und zwar ebenfalls zuerst bei Spongilla, später bei anderen Kieselschwämmen. Er nannte sie „Ampullaceous sacs“ und sah sie als die eigentlichen Thiere (Individuen) des Schwammkörpers an. Anfänglich (1857) nahm CARTER an, dass diese „flaschenförmigen Säcke“ inwendig flimmern, später (1859), dass sie auswendig flimmern (Volvocinen vergleichbar!) und schliesslich versöhnte er diesen Widerspruch durch die Annahme, dass sie abwechselnd inwendig und auswendig flimmern! (1870). Er fasste sie nunmehr als die eigentlich characteristischen Theile des Schwammkörpers auf, als „Magensäcke mit Mundöffnung“, und behauptete, dass sie bei allen Schwämmen ohne Ausnahme vorkämen [2]).

OSCAR SCHMIDT fand 1864 die „Wimper-Apparate“, welche er „Wimperkörbe“ nennt, „in allen genauer darauf untersuchten Schwämmen, bei Hornspongien, Kieselspongien und Halisarken. Bald gleichen sie einer halben Hohlkugel (*Reniera semitubulosa*), bald einer mit einer Oeffnung versehenen Vollkugel (*Reniera aquaeductus*); sie scheinen endlich auch ganz flach schüsselförmig vorzukommen (*Halisarca guttula*)“ [3]).

Auch KÖLLIKER beobachtete die „rundlichen Wimperorgane“ sowohl bei Hornschwämmen als bei Kieselschwämmen und giebt ihre Grösse bei *Esperia tunicata* auf 0,025—0,03‴, bei *Rapailia viminalis* auf 0,02‴ an [4]).

Bei den Kalkschwämmen scheint bisher noch Niemand den traubenförmigen Typus der Astcanal-Bildung und die dafür characteristischen rundlichen Geisselkammern wirklich beobachtet zu haben [5]). Ich finde denselben jedoch bei einer

---

1) LIEBERKÜHN, Archiv f. Anat. Physiol. 1856, p. 497, 498. Ibid. 1857, p. 382—385, 401.

2) CARTER, Annals and Mag. of nat. hist. 1870, Vol. VI, p. 329: „Hence the little globular bodies are clearly the animal expression of the sponge in particular, as they are respectively the only mouths and stomachs of the sponge — in short the nutritiv apparatus, all the rest being subsidiary.“

3) O. SCHMIDT, Adriat. Spong. I. Supplem. (1864, p. 5; Taf. I, Fig. 17, 18).

4) KÖLLIKER, Icones histolog. I. Heft, 1864 (p. 66, 70, 71; Taf. IX, Fig. 12, 13).

5) Allerdings behauptet CARTER (1870, l. c. p. 334), dass die „Ampullaceous sacs“ bei allen Schwäm-

ziemlichen Anzahl von Leuconen, am reinsten ausgeprägt bei mehreren Arten von *Leucandra*, z. B. bei *L. aspera*, *L. ananas* (Taf. 40, Fig. 7, 8), *L. nivea*, *L. Johnstonii*, ferner bei *Leucyssa incrustans* (Taf. 25, Fig. 3, 4), bei *Leucaltis solida*, *Leucaltis crustacea* und *Leucortis pulvinar* (Taf. 29, Fig. 1, 2). Bei allen diesen Leuconen und noch bei einigen anderen Arten verhält sich der traubenförmige Typus des Astcanal-Systems im Wesentlichen genau so, wie bei *Spongilla* und wie bei den übrigen, vorher angeführten Kieselschwämmen und Hornschwämmen. Das flimmernde Geissel-Epithel ist ausschliesslich beschränkt auf die „Geisselkammern", die kugeligen oder subsphärischen Erweiterungen, welche im Verlaufe der nicht flimmernden Astcanäle angebracht sind.

Die Zahl und Vertheilung der Geisselkammern scheint bei den vorher angeführten Leuconen ziemlich verschieden zu sein. Aeusserst zahlreich und den grössten Theil des dichten Parenchyms zwischen den Nadeln des Skelets ausfüllend, finde ich sie z. B. bei *Leucandra aspera* und *L. Johnstonii*: sie liegen hier massenhaft und so dicht an einander, dass die Zwischenräume zwischen ihnen viel kleiner sind als ihr Durchmesser. In mässiger Anzahl sind die Geisselkammern bei *Leucandra ananas* und *Leucortis pulvinar* zu finden. Einzeln und spärlich im Parenchym zerstreut (ähnlich wie bei Spongilla) liegen sie bei *Leucyssa incrustans* und *Leucaltis crustacea*: hier sind grosse Strecken des Parenchyms ganz von ihnen frei und nur an einzelnen Stellen finden sie sich, theils einzeln, theils in kleinen Gruppen.

Die Anordnung der Geisselkammern im Verlaufe der verzweigten Canäle ist sehr ähnlich derjenigen der Drüsenbläschen in einer zusammengesetzten traubenförmigen Drüse (Taf. 29, Fig. 1, 2; Taf. 40, Fig. 7, 8). Wie bei der letzteren die Drüsenbläschen in grösseren und kleineren Gruppen an den verzweigten Ausführgängen sitzen und „Lappen" und „Läppchen" bilden, so sind auch die Geisselkammern in grösseren und kleineren Gruppen an den verzweigten und nicht flimmernden Canälen vertheilt. Gewöhnlich scheint in jede Geisselkammer ein von der Dermalfläche kommender „Einströmungscanal" einzutreten und ein nach der Magenfläche hingehender „Ausströmungscanal" auszutreten. Häufig münden aber auch zwei oder mehrere einführende Gefässe („incurrent canals") in eine Geisselkammer ein. Selten treten zwei oder mehrere ausführende Gefässe („excurrent canals") aus einer Kammer hervor. Dies hängt natürlich mit der centrifugalen Ramification der Gefässe und mit dem

---

men, Kieselschwämmen und Kalkschwämmen, allgemein vorkommen, und führt als Beispiel für letztere einen Ascon (*Ascetta coriacea* = *Clathrina sulfurea*, CARTER), einen Leucon *(Leucandra nivea)* und einen Sycon *(Sycandra ciliata)* an. Da jedoch weder bei den Asconen noch bei den Syconen wirkliche „flaschenförmige" Säcke sich finden, so ist die Vermuthung gerechtfertigt, dass CARTER dieselben auch bei den Leuconen *(Leucandra nivea)* nicht gesehen habe, um so mehr, als er sie bei zwei von ihm ausführlich beschriebenen Leuconen (*Leucandra Johnstonii*, H. und *Leucyssa incrustans*, H.) wirklich nicht gesehen hat, obgleich sie hier sehr deutlich sind (vergl. den Atlas, Taf. 25, Fig. 3, 4).

Umstande zusammen, dass sie bald unter einander anastomosiren, bald nicht. Da die Geisselkammern nur als varicöse Erweiterungen der verzweigten Astcanäle aufzufassen sind, die an den verschiedensten Stellen auftreten können, so kann die Kammer bald im Verlaufe eines Astes, bald an der Theilungsstelle eines Astes, bald an der Verbindungsstelle zweier oder dreier anastomosirender Aeste liegen; sie kann auch nur ein Blindsack sein, welcher als eine seitliche Aussackung eines Canals sich bildet, gleich dem Aneurysma eines Blutgefässes. Die mannichfachen Verschiedenheiten, welche sich in dieser Beziehung finden, scheinen weder in morphologischer, noch in physiologischer Beziehung besonderes Interesse zu verdienen.

Die Form der Geisselkammern ist bei den Leuconen, wie bei den Kieselschwämmen, Hornschwämmen und Schleimschwämmen sehr einfach, rundlich, bald mehr der Kugelform, bald mehr der Spindelform genähert. Neben den vollkommen kugeligen Geisselkammern finden sich ellipsoide, spindelförmige, birnförmige und unregelmässig rundliche, letztere besonders dort, wo sich die Geisselkammer dem engen Raume zwischen mehreren zusammenstossenden Nadeln anpassen muss.

Die Grösse der Geisselkammern scheint bei den Leuconen nur innerhalb geringer Grenzen zu schwanken und gewöhnlich 0,08—0,12 Mm. im Durchmesser zu betragen. Bei einigen Arten erreicht derselbe nur 0,04—0,06, bei anderen dagegen auch 0,14—0,16 Mm. Sie scheinen demnach im Ganzen etwas grösser als bei den Kieselschwämmen zu sein, kleiner als bei manchen Hornschwämmen.

Die Structur der Geisselkammern ist sehr einfach. Stets ist ihre Höhle nur von einer einzigen Schicht von Geissel-Epithel ausgekleidet, welche unmittelbar dem umhüllenden Exoderm aufsitzt. Bei den geschlechtsreifen Schwämmen finden sich zwischen diesen Geisselzellen einzeln die jungen Eier (Taf. 25, Fig. 3) oder die Gruppen von Spermazellen (Taf. 25, Fig. 4). An den Stellen, wo der einführende Canal in die Geisselkammer eintritt oder der ausführende austritt, ist das Geissel-Epithel einfach unterbrochen. Nicht selten aber setzt sich dasselbe auch noch eine Strecke weit in die Canäle fort. Dies erklärt sich einfach daraus, dass ja ursprünglich die Canäle fast in ihrer ganzen Ausdehnung von Flimmer-Epithel ausgekleidet waren.

D. Der blasenförmige Typus der Astcanäle.

Unmittelbar an den traubenförmigen Typus der Astcanäle schliesst sich als vierte und letzte Modification der blasenförmige Typus derselben an (Taf. 40, Fig. 10). Dieser letztere entsteht aus dem ersteren einfach dadurch, dass die „Geisselkammern“ sich in unregelmässiger Weise zu grösseren Blasen ausdehnen, welche sich berühren, hie und da confluiren und so schliesslich in grössere, sinusartige Hohlräume zusammenfliessen. Diese Modification ist im Ganzen selten; ich habe sie nur bei wenigen Leuconen gefunden, so namentlich bei *Leucilla amphora* (Taf. 24, Fig. 8),

Leuculmis echinus (Taf. 30, Fig. 11), *Leucandra fistulosa* (Taf. 40, Fig. 10) und *Leucandra cucumis* (Taf. 36, Fig. 2, 3). Auch bei *Leucetta corticata* (Taf. 22, Fig. 5) und bei der ähnlichen *Leucaltis clathria* kehrt dieselbe blasenförmige Bildung des Gefäss-Systems wieder, hier jedoch weniger ausgesprochen, nur im Mark-Parenchym und in unmittelbarem Uebergang zu dem traubenförmigen Typus. Ob der blasenförmige Typus der Astcanäle auch bei den Kieselschwämmen und Hornschwämmen vorkommt, ist mir unbekannt; ich möchte vermuthen, dass er hier nicht selten ist (namentlich bei den Rindenschwämmen); doch sind meine eigenen bezüglichen Beobachtungen zu unvollständig, um etwas sicheres darüber anzugeben, und in der Literatur kann ich keine sicheren Angaben darüber auffinden.

Der blasenförmige Typus des Astcanal-Systems ist dadurch characterisirt, dass die verästelten Canäle sich in sehr ungleichmässiger Weise zu geräumigen Höhlen oder Sinus erweitern, welche bei weiterer Ausdehnung sich berühren, zusammenfliessen und schliesslich ein sehr unregelmässiges System von blasenförmigen communicirenden Hohlräumen darstellen. Das Parenchym, das zwischen denselben übrig bleibt, hat die Form eines unregelmässig durchbrochenen Fachwerks. Während die „Geisselkammern“ des traubenförmigen Typus im Ganzen sehr regelmässig gebildet und geordnet, und in einer und derselben Art von nahezu gleicher Grösse sind, so erscheinen dagegen die Sinus des blasenförmigen Typus in sehr unregelmässiger Form und Anordnung, und in sehr ungleicher Grösse; die grössten blasenförmigen Sinus sind viel grösser als die grössten Geisselkammern; die kleinsten Formen unter den ersteren sind umgekehrt noch kleiner als die kleinsten Formen unter den letzteren. Während die Geisselkammern nur selten sich unmittelbar berühren und zusammenfliessen, findet dies bei den „Sinus“ sehr häufig statt. Die benachbarten Sinus treten, gleich den verwachsenen Radial-Tuben der Syconen, in unmittelbare Verbindung, indem ihre Hohlräume durch „Conjunctiv-Poren“ communiciren. Das Geissel-Epithel erhält sich in den blasenförmigen Hohlräumen gewöhnlich nur theilweise; es bleibt nur in den kleineren bestehen, während es in den grösseren verschwindet. Die mit blossem Auge deutlich sichtbaren Hohlräume sind gewöhnlich ohne Geissel-Epithel; immer gilt dasselbe von denjenigen, welche über ein Millimeter (oft sogar über 2—3 Mm.) Durchmesser erreichen.

Die grossen subdermalen Höhlen, welche Bowerbank „Intermarginal cavities“ genannt hat, und welche sich bei manchen Spongien unmittelbar unter der Haut finden, glaube ich den zuletzt erwähnten grösseren Höhlungen des blasenförmigen Astcanal-Typus unmittelbar anreihen und zurechnen zu dürfen. Diese Bildungen haben unverdienter Weise desshalb grosse Bedeutung erlangt, weil man, gestützt auf die Anatomie der *Spongilla*, in ihnen eine specifische Eigenthümlichkeit des Spongien-Organismus zu erkennen glaubte. Sowohl Lieberkühn (1856) als Carter (1857) beschrieben bei *Spongilla* einen grossen zusammenhängenden, un-

mittelbar unter der äusseren Haut gelegenen Hohlraum, welcher die letztere, die Dermal-Membran, völlig von dem übrigen Körper-Parenchym trennen sollte. Wenn dieser Hohlraum viel Wasser enthält, soll die äussere Umhüllungshaut mehrere Linien weit von dem übrigen Körper abstehen, diesen sackförmig umhüllen und nur an den kegelförmig vortretenden Ausströmungsröhren (Rüsseln) mit ihm zusammenhängen. Ausserdem sollen einzelne Fortsätze des Nadel-Gerüstes, vom inneren Parenchym ausgehend, diesen Hohlraum durchsetzen und wie Pfeiler oder Zeltstangen die darüber ausgespannte äussere Haut oder Dermal-Membran tragen. Das Wasser tritt durch die Poren der letzteren in den subdermalen Hohlraum und aus diesem erst entspringen die einführenden Canäle des inneren Parenchyms. Nach meinen eigenen Untersuchungen ist die weite subdermale Höhlung keineswegs eine constante und eigenthümliche Organisations-Einrichtung. Sie ist nicht einmal bei *Spongilla* immer zu finden. Während ich an einigen Spongillen allerdings weite und flache subdermale Höhlungen, ganz der obigen Beschreibung entsprechend, unmittelbar unter der Dermal-Membran antraf, habe ich sie bei vielen anderen Exemplaren vergeblich gesucht, und statt dessen ein oberflächliches System von vielen kleineren, unregelmässigen, aber in Zusammenhang stehenden Höhlungen, kurz ein subdermales Lacunen-Netz gefunden. Niemals aber habe ich auch in den grossen Subdermal-Höhlen eine gewisse Anzahl von Parenchym-Balken vermisst, welche die ersteren durchsetzen und die Dermal-Membran mit dem inneren Parenchym in unmittelbare Verbindung bringen. Da nun diese subdermalen Hohlräume in Bezug auf Grösse und Form, Zahl und Verbindung eben so mannichfaltig, wie die unregelmässigen Verzweigungen des Astcanal-Systems überhaupt sich verhalten, so erblicke ich in ihnen keine specifischen Organe von irgend welcher besonderen, morphologischen oder physiologischen Bedeutung, sondern lediglich locale und variable Erweiterungen des Astcanal-Netzes.

Dasselbe gilt auch von den subdermalen Höhlungen, welche Bowerbank als „Intermarginal-Cavities" der Halichondrien *(Chalina)* und der Corticaten *(Geodia)* beschrieben hat. Obwohl sich die Subdermal-Höhlen der letzteren durch regelmässigere Gestalt und Lagerung vor denen der ersteren auszeichnen, und obgleich hier sogar die inneren verengten Enden der trichterförmigen oder glockenförmigen Höhlen durch die Contraction einer sphincter-ähnlichen Sarcodine-Lamelle gegen die inneren Canäle abgeschlossen werden können, so vermag ich dennoch in ihnen keine specifischen Organe von irgend welcher Bedeutung zu erblicken [1]). Bowerbank

---

1) Die dünnen Sarcodine-Membranen, welche nach Art eines Sphincters die inneren Enden der Subdermal-Höhlen bei *Geodia* gegen die inneren Canäle abschliessen, sind von Bowerbank als „valvular diaphragma" (Brit. Spong. Vol. I, p. 101, Pl. XIX, Fig. 301), ebenso von O. Schmidt als „Klappen, die aus musculösen Ringfasern bestehen" (Adriat. Spong. II. Supplem. p. 3, Taf. I, Fig. 4) beschrieben worden. Ich vermag darin nichts anderes zu erblicken, als die vergänglichen Sphincteren, welche sich auch beim Schluss der Hautporen, der Gastral-Ostien u. s. w. bilden (s. unten).

vergleicht dieselben mit den Radial-Tuben der Syconen (*Sycandra compressa*, *S. ciliata* etc.) und meint, dass bei diesen letzteren die „Intermarginal-Cavities" ihren höchsten Entwickelungs-Grad erreichen [1]). Sie sollen hier auf Kosten aller anderen Organe übermässig ausgebildet sein. Dass dieser Vergleich in jeder Hinsicht völlig verfehlt ist, hat bereits O. Schmidt ausführlich bewiesen [2]). Ich kann nur hinzufügen, dass dieser unglückliche Vergleich ein schlagender Beweis dafür ist, wie wenig Bowerbank trotz seiner vieljährigen gründlichen Untersuchungen zu einem wahren Verständniss des Schwamm-Organismus und namentlich seines Canal-Systems gelangt ist.

Unter den Kalkschwämmen sind ausgeprägte Subdermal-Höhlen (oder Intermarginal-Cavities im Sinne von Bowerbank) überhaupt sehr selten, und ich kenne eigentlich nur ein einziges Beispiel, in welchem dieselben zu auffallender Entwickelung gelangen. Das ist die *Leucandra cucumis* aus dem indischen Ocean (Taf. 36, Fig. 2, 3). Das Parenchym der Magenwand zerfällt hier in zwei ganz verschiedene und scharf getrennte Schichten, eine äussere Rindenschicht und eine doppelt so dicke innere Markschicht. Das Mark ist nach dem blasenförmigen Typus des Astcanal-Systems gebaut und besteht aus einem ganz unregelmässigen Maschenwerk, das aus kleineren und grösseren, theilweise flimmernden Blasen oder Sinus zusammengesetzt ist. Die Rinde dagegen besteht bloss aus einer Schicht von ziemlich regelmässigen und geräumigen, nicht flimmernden Fächern, welche sich ganz analog (aber nicht homolog!) den verwachsenen Radial-Tuben mancher Syconen ohne Intercanäle (namentlich *Sycilla*, Taf. 43) verhalten. Die Fächer sind irreguläre prismatische Säulen von 1 Mm. Länge und 0,3—0,4 Mm. Weite. Die benachbarten Fächer communiciren mit einander durch wechselnde, unregelmässige Löcher („Conjunctiv-Poren") ihrer dünnen Sarcodine-Wand. Nach aussen mündet jedes Fach durch mehrere, sehr enge Poren der Dermal-Fläche; nach innen steht dasselbe durch eine grössere Oeffnung, welche den oben erwähnten „Klappen" der *Geodia* vergleichbar ist, mit den unmittelbar darunter liegenden oberflächlichsten Sinus der Markschicht in Verbindung. So regelmässig die Bildung dieser subdermalen Höhlen von *Leucandra cucumis* auch erscheint, so möchte ich ihnen doch eben so wenig als den ähnlichen „Intermarginal-Höhlungen" der Geodien irgend eine besondere wesentliche Bedeutung zuschreiben.

3. Gastrocanal-System der Syconen.

Das Gastrovascular-System der Syconen oder Orthoporeuten scheint sowohl von demjenigen der Asconen als von demjenigen der Leuconen sich beträchtlich zu entfernen, und einen ganz besonderen Typus der Canalbildung zu repräsentiren, welcher bei den übrigen Spongien nicht wieder vorkommt, und sich dagegen an die Bildung

1) Bowerbank, Brit. Spong. Vol. I, p. 105.

2) O. Schmidt, Adriat. Spong. II. Supplem. p. 4.

höherer Pflanzenthiere, an den „radialen Typus" der sogenannten „Strahlthiere" anschliesst. In der That entsteht hier durch die ganz regelmässige Ausbildung und Anordnung der einfachen Canäle, welche radial gegen die Axe der Magenhöhle gerichtet sind, eine Structur, welche namentlich an diejenige der Corallen sich unmittelbar anzuschliessen scheint. Dennoch ist die Bedeutung jener „Radial-Tuben" eine andere, als diejenige der Radial-Canäle der Nesselthiere, und der Körperbau der Syconen muss vielmehr von demjenigen der Asconen in eigenthümlicher Weise abgeleitet werden.

Die einfachste und ursprünglichste Form unter den Syconen, von der sich alle übrigen Formen ableiten lassen, ist der *Sycurus*, eine einzelne Person mit einer einfachen nackten Mundöffnung. Diese letztere führt in eine einfache Magenhöhle, deren dicke Wand ganz anders gebaut ist als bei den Leuconen und Asconen. Wir finden hier weder die einfachen Hautporen oder Loch-Canäle der letzteren, noch die verästelten Wand-Canäle der ersteren, sondern statt deren eine grosse Anzahl von einfachen, geraden, unverästelten Röhren, welche dicht und regelmässig neben einander gestellt und mit ihrer Axe radial gegen die Längsaxe des Magens gerichtet sind. Dies sind die characteristischen Strahl-Canäle *(Tubi radiales)*. Auf dem Querschnitt erhält man ganz dasselbe Bild, wie beim Querschnitt einer Corallen-Person: eine Central-Höhle, von radialen Fächern umgeben; auf dem Längsschnitt dagegen ein wesentlich verschiedenes Bild: eine Reihe von über einander geschichteten horizontalen Röhren in der Wand der Central-Höhle. (Vergl. den Längsschnitt einer Sycon-Person auf Taf. 41, Fig. 1 von *Sycetta primitiva;* Taf. 44, Fig. 1 von *Sycyssa Huxleyi;* Taf. 45, Fig. 1 von *Sycaltis conifera:* Taf. 49, Fig. 1 von *Sycortis laevigata:* Taf. 58, Fig. 3 von *Sycandra elegans;* Taf. 59 von *Sycandra hystrix;* ferner den Querschnitt Taf. 41, Fig. 2 von *Sycetta primitiva*; Taf. 43, Fig. 3 von *Sycilla chrysalis*; Taf. 48, Fig. 9 von *Sycandra quadrangulata;* endlich das Schema des Längsschnittes auf Taf. 60, Fig. 5, 10; des Querschnittes auf Taf. 60, Fig. 6—8.)

Die Radial-Tuben sind bei den meisten Syconen dergestalt entweder mit ihren Rändern oder mit ihren Flächen verwachsen, dass sie zusammen eine dicke compacte Magenwand herstellen. Viel seltener bleiben die Tuben ganz oder grösstentheils frei und stehen isolirt neben einander auf der ursprünglich dünnen und zarten Magenwand. Jeder Tubus mündet an seinem inneren, proximalen Ende mittelst einer grösseren Oeffnung *(Ostium gastrale* s. *proximale)* in die Magenhöhle; seltener sind an jedem Tubus mehrere (2—4) Gastral-Ostien vorhanden. Am entgegengesetzten, distalen oder äusseren Ende besitzt bei wenigen Arten ebenfalls jeder Tubus eine grössere Oeffnung *(Ostium dermale* s. *distale)*. Gewöhnlich aber sind hier nur einfache mikroskopische Hautporen wie bei den Asconen vorhanden, welche das Wasser von aussen in die Radial-Tuben eintreten lassen. Aus diesen strömt dasselbe in die Magenhöhle, aus der es durch die Mundöffnung austritt.

Die histologische Untersuchung der Syconen zeigt, dass jeder einzelne Radial-Tubus im Wesentlichen den Bau einer einfachen Ascon-Person, eines Olynthus besitzt. Die dünne Wand besteht demnach aus einer äusseren Syncytium-Schicht, welche die Kalknadeln enthält, und aus einer inneren Geisselzellen-Schicht, in welcher die Sexual-Zellen liegen. Die veränderlichen Hautporen, welche beide Schichten durchbohren, verhalten sich ebenfalls, wie bei den Asconen. Die gastrale dünne Lamelle des Sycurus-Schlauches, auf welcher die Radial-Tuben aufsitzen (die eigentliche ursprüngliche Magenwand des Sycon), besteht bloss aus einer Syncytium-Schicht mit Kalknadeln, ohne Geissel-Epithel und ohne Sexual-Zellen.

Der characteristische gröbere und feinere Bau der Syconen ist zuerst von Lieberkühn genauer untersucht und beschrieben worden [1]). Er bezeichnet die Magenhöhle der Syconen als „gemeinsame Körperhöhle" oder „Ausströmungsrohr", die Radial-Tuben als „kegelförmige Wimper-Apparate", ihre Hautporen als „Einströmungsöffnungen", ihre Gastral-Ostien als „Ausströmungslöcher", die Mundöffnung als „Ausströmungsöffnung" (vergl. oben p. 16, 17).

Bowerbank hat von der Structur der Syconen folgende Darstellung gegeben: „In *Grantia (compressa* and *ciliata)* the intermarginal cavities appear to attain their highest degree of development, and are multiplied and expanded to such a degree as to almost supersede every other organ. The whole sponge in these species is formed of a great accumulation of elongated cells or cavities, closely adjoining each other and angular by compression. Their conical distal terminations, abounding in pores, represent the external surface of the sponge, while their valvular proximal ends form the inner surface, in conjunction with the shallow cavities, into the distal ends of which each cell discharges its contents. These shallow depressions, intervening between the intermarginal cavities and the cloaca, are all that remains to represent the incurrent portion of the interstitial system, so largely developed in the Halichondroid Sponges, the great cloacal cavity entirely superseding the excurrent spaces and canals" (Brit. Spong. Vol. I, p. 105). Während Bowerbank hier die Radial-Tuben als „intermarginal cavities" bezeichnet, nennt er sie an anderen Stellen gewöhnlich „interstitial cells". Ihre Gastral-Ostien bezeichnet er als „Oscula", die Magenhöhle als „Cloaca", die Mundöffnung als „Mouth of cloaca" (Brit. Spong. Vol. II, p. 1, 17, 20 etc.).

Weder Lieberkühn noch Bowerbank haben die sehr characteristische radiale Anordnung der einfachen Canäle, durch die sich die Syconen so auffallend vor den übrigen Spongien auszeichnen, besonders hervorgehoben. Die übrigen Autoren haben überhaupt die Syconen keiner besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt. Die eigenthümliche „Radial-Structur" ist aber bei allen Syconen so deutlich ausgesprochen, dass alle Zoologen, welche noch gegenwärtig die Strahlthiere *(Radiata)*

1) Lieberkühn, Arch. f. Anat. Phys 1859, p. 375—381; 1865, p. 739—747; Taf. XIX, Fig. 6, 7.

als eine besondere Abtheilung des Thierreichs anerkennen — an ihrer Spitze Louis Agassiz! — gezwungen sind, auch diese „Spongiae radiatae" von den übrigen Spongien abzutrennen und den Strahlthieren beizuzählen. Ich habe hierauf schon früher in meinem Aufsatze „über den Organismus der Schwämme und ihre Verwandtschaft mit den Corallen" aufmerksam gemacht. Doch bin ich dort zu weit gegangen, wenn ich die Radial-Tuben der Syconen geradezu mit den perigastrischen Fächern der Corallen parallelisirte. Ueberhaupt ist, wie ich später zeigen werde, diese Aehnlichkeit der Syconen und Corallen nur von untergeordneter Bedeutung.

Den wahren Aufschluss über die eigenthümliche Radial-Structur der Syconen giebt uns die Ontogenie. Diese zeigt, dass jede einfache Sycon-Person *(Sycurus)* sich ursprünglich aus einer einfachen Ascon-Person *(Olynthus)* entwickelt, und zwar dadurch, dass auf der ganzen äusseren Oberfläche dieser letzteren strobiloide Gemmation stattfindet. Ueberall wachsen aus der Dermal-Fläche des primitiven Olynthus, dicht gedrängt neben einander und regelmässig in Spiral-Reihen und alternirende Längs-Reihen geordnet, kleine Knospen hervor, secundäre Olynthen, deren Axen sämmtlich radial gegen die Hauptaxe des primitiven Olynthus (der Magenhöhle des Sycon!) gerichtet ist. Es ist demnach der ursprüngliche *Sycurus*, die solitäre nacktmündige Sycon-Person, eigentlich als ein regelmässiger, durch strobiloide Knospung entstandener *Soleniscus* aufzufassen, als ein Ascon-Stock, dessen Personen (die Radial-Tuben) jedoch selten frei bleiben, gewöhnlich entweder mit den Rändern oder mit den Flächen verwachsen. Auch die ursprüngliche Mundöffnung dieser secundären Personen (das Dermal-Ostium der Radial-Tuben) bleibt selten offen, sondern ist gewöhnlich geschlossen. Die Magenhöhle der Sycon-Person ist die ausgedehnte und veränderte Magenhöhle des primitiven Olynthus, welche ihr ursprüngliches Geissel-Epithel verloren hat.

Die Strahl-Canäle oder Radial-Tuben der Syconen.

Obgleich bei allen Syconen die characteristische Zusammensetzung der Magenwand aus Radial-Tuben in der angegebenen einfachen Weise sich entwickelt, so entsteht dennoch eine ziemliche Mannichfaltigkeit der Sycon-Formen dadurch, dass die Strahl-Canäle sich in Bezug auf Zahl, Grösse und Form verschiedenartig bei den verschiedenen Arten verhalten, ganz besonders aber dadurch, dass dieselben bald frei bleiben, bald mehr oder weniger mit einander verwachsen. Auch die Skelet-Structur der Tuben gestaltet sich sehr mannichfaltig, wogegen die histologische Structur der Weichtheile überall im Wesentlichen dieselbe bleibt. Jeder Radial-Tubus behält den Bau eines einfachen Olynthus bei.

Was zunächst die Zahl der Radial-Tuben betrifft, welche die Magenwand der einzelnen Sycon-Person zusammensetzen, so ist dieselbe sehr verschieden, und sowohl von dem Alter der Person, als von der Grösse der Species abhängig. Die geringste

Zahl von Radial-Tuben, welche bei den reifen (eiertragenden) Syconen der kleinsten Species sich findet, beträgt immer über hundert, gewöhnlich zwischen zweihundert und fünfhundert. Dagegen ist die Magenwand der grösseren Syconen aus mehreren tausend, bei vielen sogar aus mehr als zehntausend Radial-Tuben zusammengesetzt. Bei den jugendlichen Personen ist die Zahl der Radial-Tuben viel geringer. Sie nimmt mit dem Alter beständig zu, indem die Magenhöhle sowohl in die Länge als in die Dicke wächst und dabei gleichzeitig auf ihrer Aussenfläche immer neue Radial-Tuben entstehen.

Bezüglich der Grösse der Radial-Tuben ist ihre Länge oder ihr radialer Durchmesser (welcher radial gegen die Magen-Axe der Person gerichtet ist) und ihre Dicke oder ihr Querdurchmesser (senkrecht auf dem radialen Durchmesser) zu unterscheiden. Die Dicke ist von sehr bemerkenswerther Constanz, sowohl innerhalb der ganzen Gruppe, als bei jeder einzelnen Species. Sie beträgt durchschnittlich 0,1 Mm., selten darunter, oft darüber: 0,12 — 0,2, bisweilen 0,3 Mm. oder darüber. Innerhalb jeder Species vererbt sich die Dicke gewöhnlich sehr streng, so dass nicht allein alle Radial-Tuben einer und derselben Person von ganz gleicher Weite, oder doch nur sehr wenig verschieden sind, sondern auch bei den verschiedenen Personen jeder Art die Unterschiede nur sehr gering sind.

Im Gegensatz zu dieser auffallenden Constanz der Dicke ist dagegen die Länge der Radial-Tuben sehr variabel. Sie ist verschieden bei den verschiedenen Arten, bei den verschiedenen Individuen einer Art und bei den verschiedenen Alterszuständen eines Individuums. Bei den jungen Syconen sind die Radial-Tuben immer kürzer als bei den ausgewachsenen. Bei der Mehrzahl der Syconen ist die Körperwand am dicksten in der Mitte des eiförmigen oder spindelförmigen Körpers, und dem entsprechend sind die Radial-Tuben der Aequatorial-Ebene die längsten, und nehmen von da entweder nach beiden Polen hin oder (häufig) bloss nach dem Oral-Pol hin gleichmässig ab. Nur bei den cylindrischen Syconen mit cylindrischer Magenhöhle und überall gleich dicker Magenwand ist natürlich die Länge der Radial-Tuben überall dieselbe. Die gewöhnliche Länge der Radial-Tuben beträgt im Durchschnitt 1 Mm.; bei vielen Arten werden aber auch die grössten Tuben nur 0,5 — 0,8 Mm. lang; bei den grössten und dickwandigsten Arten erreichen sie dagegen 2—3 Mm. Länge, selten noch mehr. Die Tuben eines jeden Querschnittes (einer jeden Transversal-Ebene) sind fast immer von gleicher Länge (auch bei den blattförmig zusammengedrückten Syconen); selten sind sie etwas ungleich.

Die Form der Radial-Tuben ist bei jeder Species in der Regel constant, dagegen bei den verschiedenen Arten zum Theil in sehr characteristischer Weise verschieden. Als die ursprüngliche Form kann der Kegel betrachtet werden, oder ein Cylinder mit kegelförmigem Distal-Ende (Distal-Kegel). Diese Gestalt behalten die Radial-Tuben bei denjenigen Sycon-Arten, bei welchen sie nicht mit einander verwachsen.

Bei der grossen Mehrzahl der Syconen aber verwachsen die Tuben entweder mit den sich berührenden Flächen oder den Rändern und werden dabei polyedrisch abgeplattet, prismatisch. Diese Verwachsung oder Concrescenz der Radial-Tuben ist desshalb von grosser Bedeutung, weil die dadurch entstehenden characteristischen und mannichfach verschiedenen Formen der Tuben sich innerhalb jeder Species ziemlich constant vererben und also auch deren Characteristik wesentlich beeinflussen.

Im Allgemeinen kann man bezüglich der Concrescenz der Radial-Tuben drei verschiedene Typen oder Hauptformen unter den Syconen unterscheiden, nämlich A. Syconen, deren Radial-Tuben völlig frei bleiben oder nur an ihrer Basis ein wenig verwachsen; B. Syconen, deren Radial-Tuben nur mit den sich berührenden Rändern oder Kanten verwachsen, so dass zwischen ihnen radiale Intercanäle übrig bleiben; C. Syconen, deren Radial-Tuben völlig mit den ganzen sich berührenden Flächen verwachsen, so dass keine Intercanäle zwischen ihnen übrig bleiben.

Unter den 37 von mir im natürlichen System beschriebenen Sycon-Arten gehören 5 Species dem ersten, 15 Species dem zweiten, und 17 Species dem dritten Typus an, wie aus der nachstehenden Tabelle hervorgeht. Nur bei zwei von den sieben natürlichen Sycon-Gattungen (bei *Sycetta* und *Sycandra*) finden sich alle drei Typen vertreten. Drei Gattungen *(Sycilla, Sycyssa, Syculmis)* enthalten nur Repräsentanten des dritten Typus. Bei zwei Gattungen endlich sind je zwei Typen vertreten: bei *Sycaltis* der erste und dritte, bei *Sycortis* der zweite und dritte Typus.

Sycon-Genera des natürlichen Systems.	**I. Syconaga.** Radial-Tuben frei, nicht verwachsen. 5 Species.	**II. Syconopa.** Radial-Tuben verwachsen, mit Intercanälen. 15 Species.	**III. Syconusa.** Radial-Tuben verwachsen, ohne Intercanäle. 17 Species.
I. *Sycetta.* Nadeln sämmtlich dreistrahlig.	2 Species.	2 Species.	1 Species.
II. *Sycilla.* Nadeln sämmtlich vierstrahlig.	—	—	4 Species.
III. *Sycyssa.* Nadeln sämmtlich einfach.	—	—	1 Species.
IV. *Sycaltis.* Nadeln theils dreistrahlig, theils vierstrahlig.	1 Species.	—	4 Species.
V. *Sycortis.* Nadeln theils dreistrahlig, theils einfach.	—	2 Species.	1 Species.
VI. *Syculmis.* Nadeln theils vierstrahlig, theils einfach.	—	—	1 Species.
VII. *Sycandra.* Nadeln theils dreistrahlig, theils vierstrahlig, theils einfach.	2 Species.	11 Species.	5 Species.

A. **Syconaga** (erster Typus): Syconen mit freien, nicht verwachsenen Radial-Tuben. Dieser Typus zeigt die ursprüngliche Radial-Tuben-Bildung persistent. Die ganze Sycon-Person bleibt auf der ursprünglichen Bildungsstufe eines Ascon-Stockes stehen, dessen durch strobiloide Knospung entstandene Personen entweder gar nicht oder nur an der Basis ein wenig mit einander verwachsen; die Radial-Tuben oder die freien Ascon-Personen sind durch mehr oder weniger beträchtliche, weite Zwischenräume von einander getrennt. Dieser Typus findet sich ganz rein, ohne jede Spur von Concrescenz der Tuben, bei *Sycetta primitiva* (Taf. 41, Fig. 1—4); bei *Sycetta sagittifera* (Taf. 42, Fig. 1, 2) und bei *Sycaltis conifera* (Taf. 45, Fig. 1, 2). Weniger rein kehrt er bei zwei *Sycandra*-Arten wieder: *S. ciliata* und *S. coronata;* hier sind die Radial-Tuben selten völlig frei, meistens ein wenig an der Basis (höchstens bis zur Mitte hinauf) verwachsen.

Die freien Radial-Tuben dieses Typus sind stets entweder kegelförmig (Taf. 41, Fig. 3, 4; Taf. 45, Fig. 2) oder cylindrisch, mit kegelförmigem Distal-Ende (Distal-Kegel, Taf. 42, Fig. 2). Nur wenn sie an ihrer Basis ein wenig mit den sich berührenden Rändern verwachsen, werden sie hier unten etwas kantig oder prismatisch abgeplattet. In diesem Falle, der nur bei *Sycandra ciliata* und *S. coronata* stattfindet, beginnen sich auch an der Basis zwischen den Tuben kurze radiale Intercanäle zu entwickeln. Sonst stehen die Tuben völlig frei auf der Aussenfläche des dünnwandigen Magenschlauchs und sind durch weite freie Zwischenräume (Interradial-Räume) von einander getrennt.

Die Syconen dieses ersten Typus sind schon mit blossem Auge an ihrem eigenthümlichen zarten und schlaffen Habitus zu erkennen, und an der Beschaffenheit der Aussenfläche, welche papillös, höckerig oder grobzottig erscheint. Die eigentliche Magenwand bleibt hier eine ganz dünne Syncytium-Lamelle (das Exoderm des ursprünglichen Olynthus), auf welcher die dünnwandigen Radial-Tuben locker zerstreut aufsitzen (Taf. 41, Fig. 2; Taf. 42, Fig. 2).

Die „Einströmungslöcher" sind bei diesem Typus überall einfache, unbeständige Hautporen, wie bei den Asconen. Die dünne Wand der Radial-Tuben ist allenthalben von diesen veränderlichen Dermal-Poren durchsetzt. Auch auf der freien Aussenfläche des Magenschlauchs zwischen den Basen der Tuben scheinen sich ebenfalls noch Hautporen zu finden. Bei denjenigen Syconen dieses Typus, bei welchen jeder Tubus ausserdem noch ein grösseres Dermal-Ostium an seinem distalen Ende besitzt, dient auch dieses als „Einströmungs-Oeffnung" (*Sycetta primitiva*, Taf. 41, Fig. 3, 4s).

B. **Syconopa** (zweiter Typus): Syconen mit verwachsenen Radial-Tuben und mit Intercanälen. Dieser Typus ist dadurch characterisirt, dass die dichter stehenden Radial-Tuben sich in Linien (nicht mit abgeplatteten Flächen) berühren und in diesen Berührungs-Linien oder Rändern (Kanten) mit einander verwachsen. Zwischen ihnen bleiben engere oder weitere interradiale Zwischenräume übrig: ra-

diale Intercanäle. Dieser Typus findet sich bei zwei Arten von *Sycetta,* bei zwei Arten von *Sycortis,* und bei elf Arten von *Sycandra,* im Ganzen also bei fünfzehn Species. Die Tuben stehen hier von Anfang an nicht so dicht gedrängt, dass sie sich gegenseitig prismatisch comprimirten, sondern nur so neben einander, dass sie sich in radialen Linien eine Strecke weit berühren. In diesen Linien verwachsen sie, und zwar meistens nur in den proximalen zwei Dritteln oder drei Vierteln ihrer Länge, so dass das äussere Ende, das distale Drittel oder Viertel, als Distal-Kegel frei vorragt. Seltener verwachsen die Tuben in ihrer ganzen Länge bis zur Dermalfläche. Jeder Tubus erhält durch die Verwachsung in der Regel eine polyedrische oder prismatische, meist sehr regelmässige Gestalt, und ist durch so viele Verwachsungs-Nähte an den benachbarten Röhren befestigt, als er Berührungs-Linien mit denselben besass. Zwischen je drei oder je vier Tuben bleibt also ein engerer oder weiterer Canal übrig, durch den man von aussen zwischen die Tuben hinein und bis zur äusseren Oberfläche der ursprünglichen dünnen Magenwand gelangen kann. Wir werden die Bedeutung dieser radialen Intercanäle nachher noch besonders betrachten und wollen hier nur bemerken, dass sie bei den meisten Species dieses Sycon-Typus eben so zierlich und regelmässig gebildet, meist polyedrisch oder prismatisch sind, wie die Tuben selbst.

Die Form der prismatischen Tuben und ihrer prismatischen Intercanäle ist mehrfach verschieden, vererbt sich aber innerhalb der Species gewöhnlich so constant, dass sie für die Species-Characteristik von Werth ist. Ich unterscheide in dieser Beziehung vier verschiedene Subtypen des *Syconopa*-Typus, welche ich auch in der Gattung *Sycandra* als Subgenera benutzt habe (System, p. 294, 295). Diese untergeordneten, aber doch sehr characteristischen und durch ihre grosse Regelmässigkeit interessanten Formen sind folgende:

a. Radial-Tuben sechsseitig, dazwischen dreiseitige Intercanäle (*Sycocercus,* System, p. 294). Diese Form findet sich bei *Sycetta strobilus* (Taf. 42, Fig. 5, 6), und bei fünf Arten des Genus *Sycandra,* welche ich in dem Subgenus *Sycocercus* vereinigt habe *(S. ampulla, raphanus, capillosa, setosa, villosa),* Taf. 58, Fig. 6; Taf. 60, Fig. 11. Auf einem Schnitt, welcher parallel der Längsaxe der Sycon-Person mitten durch deren Wand geführt ist, erscheinen die Radial-Tuben im Querschnitt, als gleich grosse, regulär hexagonale Figuren, so regelmässig geordnet, dass immer je drei benachbarte Sechsecke zusammenstossen, und zwischen sich ein reguläres Dreieck lassen, den Querschnitt des dreiseitigen Intercanals (Taf. 60, Fig. 11; Taf. 42, Fig. 6). Von der äusseren Oberfläche betrachtet, erscheinen diese Syconen zierlich sechseckig facettirt, mit vertieften Dreiecken zwischen den prominirenden Sechsecken (Taf. 42, Fig. 5).

b. Radial-Tuben vierseitig, dazwischen vierseitige Intercanäle (*Sycocubus,* System, p. 294). Diese Form findet sich nur bei zwei Arten, bei

Sycortis quadrangulata (Taf. 48, Fig. 8) und bei *Sycandra Schmidtii* (Taf. 58, Fig. 2; Taf. 60, Fig. 13). Auf einem Schnitt, welcher parallel der Längsaxe der Sycon-Person mitten durch deren Wand geführt ist, erscheinen die Radial-Tuben im Querschnitt, als gleich grosse quadratische Figuren, ganz regelmässig geordnet, so dass immer zwischen je vier benachbarten Tuben der ebenfalls quadratische Querschnitt eines Intercanals übrig bleibt. Gewöhnlich sind die Wände der Tuben nicht ganz eben, sondern ein wenig vorgewölbt, so dass auf dem Querschnitt das Quadrat der Tuben grösser, mit convexen Seiten, das Quadrat der Intercanäle kleiner, mit concaven Seiten erscheint (Taf. 60, Fig. 13). Seltener sind die Tuben-Wände ganz eben, so dass die quadratischen Querschnitte der Tuben und der Intercanäle gleich gross, mit geraden Seiten erscheinen. Von der äusseren Oberfläche betrachtet, erscheinen diese Syconen zierlich quadratisch-getäfelt, wie ein Schachbrett (Taf. 58, Fig. 2). Mit hellen quadratischen Höckern (den Distal-Kegeln der Radial-Tuben) alterniren regelmässig dunkle quadratische Vertiefungen (die äusseren Eingänge in die Intercanäle).

c. Radial-Tuben achtseitig, dazwischen vierseitige Intercanäle (*Sycostrobus*, System, p. 295). Diese Form findet sich bei *Sycetta cupula* (Taf. 42, Fig. 9, 10), und bei vier Species des Genus *Sycandra*, welche ich in dem Subgenus *Sycostrobus* zusammengefasst habe *(S. arborea, alcyoncellum, elegans, Humboldtii)*, Taf. 58, Fig. 3; Taf. 60, Fig. 12. Auf einem Schnitt, welcher parallel der Längsaxe der Sycon-Person mitten durch deren Wand geführt ist, erscheinen die Radial-Tuben im Querschnitt, als gleich grosse, regulär achteckige Figuren, so regelmässig geordnet, dass sie alternirende Längs- und Quer-Reihen bilden, und dass immer zwischen je vier benachbarten Tuben ein Quadrat übrig bleibt, der Querschnitt eines vierseitigen Intercanals (Taf. 60, Fig. 12; Taf. 42, Fig. 10). Die Seite dieses Quadrates ist eben so gross wie die Seite des Achteckes. Von der äusseren Oberfläche betrachtet, erscheinen diese Syconen, falls die Dermalfläche nicht zu stark mit langen Haaren oder Borsten (Stabnadeln) bedeckt ist, gewöhnlich zierlich viereckig oder achteckig getäfelt (Taf. 58, Fig .3).

d. Radial-Tuben irregulär-prismatisch, dazwischen ebenfalls irregulär-prismatische Intercanäle *(Sycoprisma)*. Diese Form findet sich rein ausgeprägt nur bei einer einzigen Art, bei *Sycortis lingua* (System, p. 278). Jedoch finden sich Uebergänge zu derselben auch bei jenen, demnächst zu erwähnenden Syconen *(Sycodorus)*, deren Radial-Tuben irregulär-prismatisch, aber mit ihren Flächen, nicht mit den Kanten, verwachsen sind. Auch bei diesen bleiben nicht selten zwischen den verwachsenden, irregulär-prismatischen Tuben hie und da eben solche Intercanäle übrig, wie es bei *Sycortis lingua* überall der Fall ist. Auf einem Schnitt dieser letzteren, welcher parallel der Längsaxe der Person mitten durch deren Wand geführt ist, erscheinen die Radial-Tuben im Querschnitt als

irreguläre Vielecke, meistens unregelmässige Fünfecke oder Sechsecke, seltener Polygone mit 3, 4, 7, 8 oder mehr Seiten. Zwischen diesen polygonalen Querschnitten der Tuben, deren Seiten etwas convex vorgewölbt sind, finden sich kleinere, eben so unregelmässige Polygone, deren Seiten concav sind, die Querschnitte der engeren Intercanäle. Indem sich die Kanten der irregulär-prismatischen Tuben stärker abrunden, geht diese Form in die folgende über.

e. Radial-Tuben cylindrisch-prismatisch, dazwischen ebenfalls cylindrisch-prismatische Intercanäle (*Sycophractus*, System, p. 295). Diese Form findet sich nur bei einer einzigen Art, bei *Sycandra glabra* (Taf. 60, Fig. 14). Das Exoderm ist hier stärker entwickelt, als bei allen anderen Syconen und hieraus erklärt es sich, warum die zusammenstossenden und verwachsenden Radial-Tuben sich nicht prismatisch abplatten, sondern cylindrisch bleiben; ebenso wie die engen, zwischen ihnen bleibenden Intercanäle. Auf einem Schnitt, welcher parallel der Längsaxe der Person mitten durch deren Wand geführt ist, erscheinen die Radial-Tuben im Querschnitt als Kreise, und zwischen ihnen, mitten in dem verdickten Exoderm, kleinere Kreise, die Querschnitte der cylindrischen Intercanäle (Taf. 60, Fig. 14). Uebrigens ist bei dieser Art die Verdickung des Exoderms und demgemäss die Form der in ihrer ganzen Länge verwachsenen Radial-Tuben ziemlich variabel. Wenn nämlich das Exoderm stark verdickt ist, erscheinen sowohl die Tuben als die Intercanäle dazwischen rein cylindrisch; wenn dagegen die Wucherung des Exoderms weniger beträchtlich ist, platten sich die dichter stehenden Tuben mehr prismatisch ab; auch die Intercanäle werden dann mehr prismatisch-cylindrisch. Ist das Exoderm nur schwach verdickt, so können sich die Tuben durch gegenseitigen Druck stärker abplatten und zu irregulären Prismen mit abgerundeten Kanten gestalten, ebenso auch die Intercanäle zwischen ihnen. Dann geht diese Form in die vorhergehende über.

Ueberhaupt ist zu bemerken, dass die angeführten verschiedenen Formen des *Syconopa*-Typus keineswegs ganz scharf geschieden und immer rein ausgeprägt sind, vielmehr häufig variiren und durch Zwischen-Formen in einander übergehen. So sind z. B. bei der sehr variablen *Sycandra raphanus* zwar gewöhnlich die Radial-Tuben sechsseitige Prismen und ihre Intercanäle dreiseitige Prismen. Sehr häufig finden sich aber auch Personen dieser Art, bei denen die Tuben stellenweise sich zu vierseitigen oder achtseitigen Prismen gestalten, mit vierseitigen Intercanälen; und noch häufiger kommen Personen vor, bei denen einzelne, oder viele, oder selbst alle Tuben und Intercanäle irregulär-prismatisch werden (wie bei *Sycortis lingua*); bisweilen sogar cylindrisch-prismatisch, mit abgerundeten Kanten, oder selbst cylindrisch (wie bei *Sycandra glabra*). Ebenso ist auch bei anderen Arten des *Syconopa*-Typus zwar immer eine bestimmte Form der Tuben und Intercanäle die herrschende, aber keineswegs absolut constant, vielmehr variabel, wie alle übrigen morphologischen Charactere.

Als „Einströmungs-Canäle" fungiren bei den Syconen des *Syconopa*-Typus die Intercanäle, in welche das Seewasser zunächst von aussen eintritt durch den „Pseudoporus", die dermale äussere Oeffnung jedes Intercanals. Aus den Intercanälen tritt das Wasser durch die „Einströmungs-Löcher", d. h. durch die ursprünglichen Haut-Poren der dünnwandigen Tuben in die Höhle derselben hinein. Da wo die Tuben nicht bloss mit ihren Kanten, sondern theilweise auch mit ihren Flächen verwachsen, wie es bei den achtseitig-prismatischen und bei den cylindrisch-prismatischen Tuben der Fall ist (Taf. 60, Fig. 12, 14), da beginnen sich aus den ursprünglichen Dermal-Poren die „Conjunctiv-Poren", die directen Communications-Oeffnungen zwischen benachbarten verwachsenen Tuben zu entwickeln, welche für den folgenden Typus, für die *Syconusa*-Formen characteristisch sind.

C. **Syconusa** (dritter Typus). Syconen mit verwachsenen Radial-Tuben, aber ohne Intercanäle. Dieser Typus ist characterisirt durch die vollständige Verwachsung der Radial-Tuben mit ihren ganzen Aussenflächen Diese tritt dann ein, wenn dieselben von Anfang an so dicht gedrängt aus der äusseren Magenfläche hervorwuchern, dass sie sich gegenseitig zu prismatischen Säulen abflachen. Dann bleiben keine Intercanal-Gänge zwischen ihnen übrig, und die Verwachsung der Wände ist meist so vollständig, dass die Scheidewand zwischen je zwei Tuben-Höhlen nur aus einer einzigen Syncytium-Lamelle besteht, welche auf beiden Seiten mit Geissel-Epithel bedeckt ist. Auch diese Flächen-Concrescenz kann, ebenso wie die Verwachsung der Kanten bei dem *Syconopa*-Typus, entweder nur in den proximalen zwei Dritteln der Radial-Tuben oder aber in ihrer ganzen Länge stattfinden. Im ersteren (seltenen) Falle entsteht ein Schlauch, dessen Wand von prismatischen Röhren radial durchsetzt und dessen Oberfläche mit lauter konischen, an der Basis zusammenstossenden Papillen, den Distal-Kegeln, besetzt ist. Im letzteren (gewöhnlichen) Falle, bei totaler Verwachsung der Tuben-Flächen in ihrer ganzen Ausdehnung, entsteht ein Schlauch, dessen Wand in ihrer ganzen Dicke bloss aus an einander stossenden, radialen, prismatischen Röhren zusammengesetzt ist, und dessen äussere Oberfläche eben so glatt (nicht höckerig), wie die innere Magenfläche ist. In beiden Fällen aber fehlen die radialen „Intercanäle", welche den vorigen Typus, *Syconopa*, characterisirten.

Syconen des dritten Typus *(Syconusa)* finden sich in allen sieben natürlichen Gattungen der Sycon-Familie, nämlich bei *Sycetta stauridia* (Taf. 42, Fig. 13, 14), bei allen vier Species des Genus *Sycilla* (*S. cyathiscus, urna, cylindrus, chrysalis;* Taf. 43, Fig. 2, 6, 9, 13); bei *Sycyssa Huxleyi* (Taf. 44, Fig. 1, 2); bei vier Arten von *Sycaltis* (*S. perforata*, Taf. 46; *S. glacialis; S. testipara* und *S. ovipara,* Taf. 47, Fig. 5, 9); bei *Sycortis laevigata* (Taf. 49, Fig. 1); bei *Syculmis synapta* (Taf. 50) und bei fünf Species des Genus *Sycandra*, welche ich in dem Subgenus

Sycodorus vereinigt habe (*S. arctica*, Taf. 60, Fig. 15; *S. ramosa*, *S. compressa*, *S. utriculus* und *S. hystrix*, Taf. 60, Fig. 16).

Bei allen diesen Syconen des *Syconusa*-Typus findet die Verwachsung der Radial-Tuben in der Weise statt, dass die benachbarten Tuben durch unregelmässige rundliche Löcher, die Conjunctiv-Poren, mit einander in offener Communication bleiben. Diese Conjunctiv-Poren (Taf. 43, Fig. 2, 6, 9, 13 n) durchbohren die gemeinsame, aus der Concrescenz zweier Tuben-Wände hervorgegangene Scheidewand zwischen deren Höhlen und gestatten den Austritt und Eintritt von Wasser zwischen den benachbarten Tuben. Sie sind aber so veränderlich wie die Hautporen und sind zu betrachten als die Reste der ursprünglichen Dermal-Poren der freien Tuben. Man beobachtet die Conjunctiv-Poren, welche allen früheren Beobachtern entgangen waren, am leichtesten an Schnitten getrockneter Syconen.

Die Radial-Tuben stellen bei den Syconen des *Syconusa*-Typus meistens irregulär-prismatische Säulen dar, deren Querschnitt ein unregelmässiges Polygon, gewöhnlich ein Fünfeck oder Sechseck ist (Taf. 42, Fig. 14, Taf. 60, Fig. 16). Die Kanten dieser irregulär-prismatischen Säule sind meistens mehr oder weniger abgerundet. Viel seltener bilden die Tuben regulär-prismatische Säulen. Am regelmässigsten finden sich diese bei *Sycandra arctica*, wo sie meistens als quadratische Säulen auftreten; so dass auf einem Schnitte, welcher parallel der Längsaxe der Person mitten durch die Magenwand geführt wird, sich die Tuben im Querschnitt als reguläre Quadrate präsentiren (Taf. 60, Fig. 15). Doch ist diese zierliche und regelmässige Bildung auch bei *S. arctica* nicht constant, sondern oft vielfach durch irreguläre Abweichungen gestört, ebenso wie bei *S. ramosa*.

Als „Einströmungslöcher" fungiren bei den Syconen des *Syconusa-Typus* gewöhnlich die veränderlichen Dermal-Poren in den äusseren Grundflächen der verwachsenen prismatischen Tuben. Bisweilen aber findet sich statt deren in der dermalen Grundfläche jedes Tubus eine grössere und constante Oeffnung: das *Ostium dermale* (der Rest des *Osculum* des secundären *Olynthus*, welcher den Tubus ursprünglich gebildet hat). Ein solches Dermal-Ostium in jedem Tubus existirt bei *Sycetta stauridia* (Taf. 42, Fig. 14 d); *Sycaltis perforata* (Taf. 46, Fig. 6); *Sycaltis glacialis* und *Sycandra ramosa*.

Die Magenhöhle (Gaster).

Der Magen oder die Magenhöhle der Kalkschwämme, wie der Spongien überhaupt, ist morphologisch betrachtet derselbe Hohlraum, welcher bei den Nesselthieren (Hydroiden, Medusen, Corallen) allgemein als Magenhöhle aufgefasst wird. Ich werde diese Homologie im vierten Abschnitt, wo ich die Verwandtschaft der Spongien und Acalephen näher zu begründen habe, eingehend erörtern. Hier genügt es, darauf hinzuweisen, dass dieselbe sowohl durch die vergleichende Anato-

mie als die Ontogenie festbegründet wird. Der Olynthus, die Stammform der Kalkschwämme, von welcher wir überall auszugehen haben, ist morphologisch aequivalent einem einfachsten Hydroid-Polypen, einer Hydroiden-Person ohne Tentakel-Kranz. In diesen beiden einfachen Thier-Formen ist der ganze Körper wesentlich ein einfacher Magensack, dessen dünne Wand aus zwei differenten Blättern gebildet wird, dem äusseren Dermalblatt oder Exoderm, und dem inneren Gastral-Blatt oder Entoderm. Das letztere besteht aus einer Schicht von Geisselzellen. Der einfache, von dieser dünnen Wand umschlossene Hohlraum ist die Magenhöhle und seine einfache Oeffnung ist die Mundöffnung. In beiden Thierformen entwickelt sich die primitive Magenhöhle bereits in der frei schwimmenden Flimmerlarve (erst *Planula*, dann *Gastrula)* und die morphologische Identität dieser Flimmerlarven ist um so wichtiger, als dieselbe primitive Entwickelungsform bei den niedersten Thierformen der verschiedensten Gruppen wiederkehrt.

In dieser morphologischen Grundanschauung dürfen wir uns nicht dadurch irre machen lassen, dass die eigenthümlichen Verhältnisse der Wasserströmung bei den Spongien gewöhnlich eine sehr verschiedene physiologische Bedeutung der Magenhöhle bedingen. Hier wie überall in der vergleichenden Auffassung der thierischen Organe sind stets ausschliesslich die morphologischen, auf die Vererbung bezüglichen Anschauungen massgebend, niemals die physiologischen, durch die Anpassung modificirten. Die bisherigen Autoren haben aber fast alle durch diese physiologische Auffassung sich leiten lassen und sind dadurch zu einer falschen Deutung des Gefäss-Systems, und besonders der Magenhöhle mit ihrer Mundöffnung verleitet worden.

Bei den meisten (doch keineswegs bei allen!) Schwämmen scheint die Magenhöhle wesentlich nur als Reservoir für das Wasser zu dienen, welches die Körperwand oder Magenwand, durch die Hautporen eintretend, durchströmt hat, sich hier in der „Centralhöhle“ sammelt und dann durch die Mundöffnung, das Osculum austritt. Dem entsprechend bezeichnete schon Grant die Centralhöhle als „Cloaca“, ihre Oeffnung“, das Ausströmungsloch, als „Fecal orifice“. Ebenso nennt Bowerbank die Magenhöhle bei den Kalkschwämmen stets „*Cloaca*“ oder „*Cloacal cavity*“, ihre Mundöffnung „Mouth of cloaca“. Lieberkühn nennt dieselbe gewöhnlich „Körperhöhle“ oder „Ausströmungshöhle“, ihre Mündung (das „Osculum“) „Ausströmungsloch oder Ausströmungsröhre“. Von der Magenhöhle des Sycon sagt er: „Sie entspricht nicht dem bei den Spongillen beschriebenen Hohlraum, in welchen die mikroskopischen Einführungslöcher hineinführen, sondern dem Hohlraum, welchen die Ausflussröhre nebst den ihr das Wasser aus den Wimper-Apparaten zuführenden Canälen bildet“ (l. c. 1859, p. 378). Später (1865, l. c. p. 739) sagt er: „Die Wandungen der Höhle sowohl, als die Höhle selbst bei den Syconen entsprechen in ihrer functionellen Bedeutung und in ihrer anatomischen Zusammensetzung nicht der Lei-

beshöhle und der Leibeswand der Grantien (Asconen). Die Höhle der Spindel oder des Cylinders ist selbst spindel- oder cylinderförmig, aber es fehlt ihr die Auskleidung mit Wimper-Epithel.“ Andere Autoren nennen die Magenhöhle mit ihrer Mundöffnung „Schornstein“ *(Caminus)*; die meisten Autoren aber — und das ist sehr characteristisch — nehmen überhaupt auf die Magenhöhle — den morphologisch wichtigsten Theil des Spongien-Organismus — gar keine Rücksicht!

Für unsere Auffassung, dass die „Centralhöhle oder Cloaca“ bei allen Spongien und zunächst bei allen Kalkschwämmen wirklich als Magenhöhle aufzufassen und dem Magen der Nesselthiere homolog ist, spricht, wie schon angeführt, vor Allem die Entwickelungsgeschichte. Diese lehrt uns zugleich, dass die Magenhöhle bei allen Kalkschwämmen, bei Asconen, Leuconen und Syconen ein und dasselbe Organ ist. Die einfachsten Formen der beiden letzten Familien, *Dyssycus* und *Sycurus* sind, wie wir nachher bei der Ontogenie sehen werden, unmittelbar aus der einfachsten Asconen-Form, dem *Olynthus*, entstanden. *Dyssycus*, die Stammform der Leuconen, entwickelt sich aus dem *Olynthus* einfach durch Verdickung der Magenwand und Verästelung der diese durchziehenden Canäle; *Sycurus*, die Stammform der Syconen, entsteht aus dem *Olynthus* durch strobiloide Gemmation. Die Magenhöhle aber bleibt in allen Fällen dieselbe. Die grosse Magenhöhle sowohl des Sycurus als des Dyssycus entsteht aus der kleinen Magenhöhle des Olynthus durch einfaches Wachsthum. Dabei geht jedoch zugleich das Flimmer-Epithelium der Gastralfläche verloren, welches sich bei Dyssycus in das Innere der verästelten Wand-Canäle, bei Sycurus in das Innere der Radial-Tuben zurückzieht (vgl. Taf. 20, Fig. 1—10; Taf. 40, Fig. 1—8; Taf. 60, Fig. 1—6).

Dieser letztere Umstand, dass die Magenhöhle nur bei den Asconen innen mit dem nutritiven Geissel-Epithel ausgekleidet, bei den Leuconen und Syconen dagegen nackt, bloss von dem Syncytium des Exoderm bekleidet ist, fällt allerdings für die physiologische Beurtheilung der Magenhöhle bei den drei Familien der Kalkschwämme schwer ins Gewicht. Da wir dem Geissel-Epithelium des Entoderms wesentlich oder selbst ausschliesslich die Ernährungs-Functionen des Spongien-Organismus zuertheilen müssen, kann die Magenhöhle nur bei den Asconen, wo sie zeitlebens immer mit Geissel-Epithel belegt bleibt, als wirklicher Magen und Darm, oder „verdauende und assimilirende Cavität“ physiologisch fungiren. Bei den Leuconen und Syconen dagegen, wo das Flimmer-Epithel der Magenhöhle nur bei den frühesten Jugendzuständen *(Olynthus)* vorhanden ist, während der Entwickelung aber sich von der Gastralfläche entfernt, und bei den ersteren in die Ast-Canäle, bei den letzteren in die Radial-Tuben zurückzieht, wird der Ernährungs-Process in diese letzteren Hohlräume verlegt, und die ursprüngliche Magenhöhle hat physiologisch jetzt wirk-

lich nur die Bedeutung einer „Cloake“ oder „Ausströmungs-Höhle“, wie es bei den meisten übrigen Spongien ebenfalls stattzufinden scheint.

Das muss nun aber gerade in der vergleichenden Anatomie der Spongien als ein höchst bedeutungsvoller und interessanter Punkt hervorgehoben werden, dass diese völlige Veränderung der physiologischen Function die ursprüngliche morphologische Bedeutung des Organs nicht im Mindesten alterirt. Die Magenhöhle der Leuconen und Syconen bleibt morphologisch Magenhöhle, trotzdem sie es physiologisch nicht mehr ist. Sie bleibt trotz des Verlustes ihres nutritiven Flimmerkleides homolog (nicht analog) der flimmernden Magenhöhle der Asconen, weil sie ontogenetisch (und also auch phylogenetisch!) aus dieser entstanden ist! Allerdings hat LIEBERKÜHN Recht, wenn er in der vorher angeführten Stelle sagt, dass „die Leibeshöhle und die Leibeswand der Syconen in ihrer functionellen Bedeutung und in ihrer anatomischen Zusammensetzung nicht derjenigen der Asconen (= Grantien, LIEBERKÜHN) entspreche, weil der ersteren die Auskleidung mit Flimmer-Epithel fehlt.“ Trotzdem entspricht sie derselben in ihrer vergleichend-anatomischen Bedeutung und in ihrem morphologischen Werthe, weil Beide genetisch ein und dasselbe Organ sind! Dieser Werth wird durch den secundären Verlust des Flimmer-Epithels nicht alterirt!

Schon hier will ich ausdrücklich hervorheben, dass ich auf diese rein morphologische Bedeutung des Begriffes „Magen“ das grösste Gewicht lege. Ich werde später im vierten Abschnitte darauf zurückkommen. Gerade deshalb sind die Asconen so höchst interessante Thiere, weil sie uns dieses primitive Fundamental-Organ des vielzelligen thierischen Organismus in seiner reinsten und einfachsten Gestalt permanent vorführen, weil die einfachste Asconen-Form, der Olynthus, gewissermassen weiter gar nichts ist, als ein einfachster Magenschlauch. Das ganze Thier ist hier Magen!

Die Form des Magens ist bei allen Spongien sehr einfach. Bei den Asconen entspricht sie vollständig der Form der ganzen Person und ist nur um so viel kleiner als die Dicke der dünnen Wand beträgt. Bei den Leuconen ist die Magenhöhle dagegen viel kleiner, als der Körper der Person, weil hier die Wand immer mehr oder weniger verdickt ist. Dasselbe gilt von den Syconen, bei denen die ursprünglich dünne Magenwand durch den aussen darauf entwickelten Beleg der Radial-Tuben verdickt ist. Bei der grossen Mehrzahl aller Kalkschwämme ist die Magenhöhle eiförmig, spindelförmig oder cylindrisch (Taf. 1, Fig. 1; Taf. 36, Fig. 2, 5; Taf. 58, Fig. 1—4); seltener ist sie kegelförmig (Taf. 37, Fig. 1) oder fast kugelig (Taf. 30, Fig. 1; Taf. 38, Fig. 1). Eine ganz flache und enge Tasche ist der Magen bei den blattförmig zusammengedrückten Kalkschwämmen, namentlich bei *Ascandra cordata* (Taf. 17, Fig. 2, 6); bei *Leucandra crambessa* (Taf. 37, Fig, 7, 8) und bei *Sycandra compressa* (Taf. 57).

In den allermeisten Fällen bleibt die Magenhöhle der Kalkschwämme ein ganz einfacher Hohlraum. Bei einigen Arten jedoch entwickeln sich von der Magenwand aus unregelmässige Balken oder Scheidewände, welche die Magenhöhle durchsetzen und in Fächer abtheilen. Insbesondere zeichnen sich durch diese fächerige Magenhöhle die „specifischen Varietäten" folgender Arten aus: Unter den Asconen *Ascetta primordialis*, var. *loculosa* (System p. 17) und *Ascetta clathrus*, var. *clathrina* et *mirabilis* (System p. 31, Taf. 4, Fig. 4, 5); unter den Leuconen *Leucetta pandora*, var. *loculifera* (System p. 127, Taf. 22, Fig. 3b, 3c); unter den Syconen *Sycandra villosa*, var. *impleta*, ferner die verschiedenen Varietäten von *Sycandra compressa*, welche ich im Prodromus als Artynas, Artynium, Artynella und Artynophyllum compressum angeführt hatte (System p. 367), und endlich die Varietäten von *Sycandra utriculus*, welche im System als var. *polydora* und *polythalama* bezeichnet sind (p. 371; Taf. 58, Fig. 4).

Bei Abfassung des Prodromus war mir diese Septa-Bildung und die dadurch veranlasste Fächerbildung so wichtig erschienen, dass ich darauf eine Anzahl von künstlichen Gattungen und Arten gründete. Folgende künstliche Genera des Prodromus sind lediglich auf diese fächerigen Magenhöhlen, die ich anfänglich für constante Gattungs-Merkmale hielt, basirt: Soleniscus, Clathrina, Auloplegma, Thecometra, Artynas, Artynium, Artynella, Artynophyllum [1]). Erst später überzeugte ich mich durch Vergleichung zahlreicher Exemplare mehrerer Arten (namentlich *Ascetta primordialis*, *Ascetta clathrus*, *Sycandra compressa*), dass diese fächerige Magenhöhle nicht einmal innerhalb der natürlichen Species constant, also auch nicht für die Genus-Characteristik brauchbar ist. In jeder der angeführten Species finden sich neben einander Personen, die übrigens gar nicht verschieden sind, die einen mit einfacher, die anderen mit fächeriger Magenhöhle. Bei *Ascetta primordialis* und *Ascetta clathrus* finden sich sogar Stöcke, deren Personen theilweise eine einfache, theilweise eine fächerige Magenhöhle besitzen (*Ascetta mirabilis*, System p. 31; Taf. 4, Fig. 3).

Die endogastrischen Septa und Balken, durch deren Verbindung die unregelmässigen Fächer der Magenhöhle bei den angeführten Arten entstehen, sind lamellöse oder strangförmige Fortsätze des Exoderms, welche von der inneren Magenfläche aus nach innen hineinwachsen, sich hier verästeln und unter einander verschmelzen. Bei den plattgedrückten Arten mit taschenförmiger Magenhöhle, namentlich *Sycandra compressa* und *S. utriculus*, werden die Septa wohl unmittelbar durch stellenweise Verklebung der beiden Magenwände entstehen, wenn dieselben in collabirtem Zustande des schlaffen Schlauches unmittelbar an einander liegen. Das Syncytium, welches die endogastrischen Exoderm-Fortsätze bildet, enthält bei

1) Die meisten dieser Gattungsnamen habe ich für den Gebrauch des künstlichen Systems im zweiten Bande beibehalten, jedoch in veränderter Bedeutung des Genus-Begriffes.

Leucetta pandora und bei *Sycandra compressa* Dreistrahler, bei *Sycandra utriculus* dagegen Bündel von feinen Stabnadeln. Bei *Ascetta primordialis* und *A. clathrus* enthalten die endogastrischen Exoderm-Fortsätze keine Spicula, sind aber dafür mit dem Geissel-Epithelium der Gastralfläche überzogen, welches bei den drei vorher angeführten Arten fehlt. Bei diesen beiden Asconen fungiren die Fächer der Magenhöhle zugleich als Brutkapseln oder Fruchtbehälter (Taf. 4, Fig. 4, 5). In jedem Fache entwickelt sich ein Embryo, der später heraustritt und als „Flimmerlarve" frei umher schwimmt. Bei *Ascetta clathrus* enthalten die grösseren Fächer bisweilen auch mehrere (2—4) Embryonen. Ob bei den angeführten Leuconen und Syconen die Fächer der Magenhöhle ebenfalls solche Brutkapseln bilden, weiss ich nicht; ich habe bei diesen niemals Embryonen darin gefunden.

Die Gastralfläche, d. h. die innere Fläche der Magenhöhle, ist bei den Kalkschwämmen entweder glatt oder stachelig. Glatt ist die Gastralfläche bei allen jenen Kalkschwämmen, bei denen das Skelet dieser Fläche aus Dreistrahlern oder Stabnadeln besteht. Stachelig, borstig oder behaart erscheint die Gastralfläche dagegen bei allen jenen Kalkschwämmen, bei denen das Skelet dieser Fläche aus Vierstrahlern besteht, deren Apical-Strahl frei in die Magenhöhle vorspringt.

Magen-Verlust oder Lipogastrie.

Magen-Verlust oder Lipogastrie findet sich unter den Kalkschwämmen sehr selten, unter den übrigen Spongien sehr häufig. Bekanntlich besitzen sehr viele Spongien, namentlich viele Kieselschwämme und Hornschwämme, im ausgebildeten Zustande keine „Centralhöhle", überhaupt keine grössere Höhle, welche der Magenhöhle der Kalkschwämme vergleichbar wäre. Gerade desshalb ist meine Deutung der letzteren vielfach auf Widerspruch gestossen. Trotzdem besitzen diese „magenlosen" Spongien sämmtlich, wie es scheint, eine wirkliche primitive Magenhöhle in ihrer frühesten Jugend, so lange sie als Gastrulae frei umherschwimmen, wahrscheinlich auch noch kürzere oder längere Zeit, nachdem sie in den festsitzenden, dem Olynthus vergleichbaren Jugendzustand übergegangen sind. Ich vermuthe, dass bei allen soliden, magenlosen Spongien der Mangel der Magenhöhle kein ursprünglicher, sondern ein erworbener, ein secundär durch Anpassung entstandener Verlust ist. In dieser Ansicht werde ich vorzüglich durch die Vergleichung dieser Spongien mit den lipogastrischen Kalkschwämmen bestärkt.

Unter den Calcispongien ist im Allgemeinen der Mangel oder richtiger der Verlust der Magenhöhle viel seltener zu finden, als bei den übrigen Spongien. Unter den Asconen und Syconen habe ich denselben niemals beobachtet; denn die eben angeführten Fälle von theilweiser Verwachsung der Magenwände und dadurch entstandener Fächerbildung führen nicht zu einem totalen Verlust der Magenhöhle. Diesen habe ich nur in der Familie der Leuconen gefunden, und zwar bei ein-

zelnen Individuen von *Leucetta primigenia* (Taf. 21, Fig. 13), *Leucyssa incrustans, Leucaltis solida, Leucortis pulvinar, Leucandra Gossei* (Taf. 37, Fig. 9A, 9B) und *Leucandra nivea.* Alle diese Leucon-Arten besitzen in der Regel eine sehr dicke Magenwand, und eine verhältnissmässig sehr enge Magenhöhle. Diese kann schon dadurch verschwindend klein erscheinen, dass sie im Wachsthum von früher Jugend an zurückbleibt und auf dem primitiven unansehnlichen Jugendzustand stehen bleibt, während die dicke, von verästelten Canälen durchzogene Magenwand sich mächtig entwickelt. Ausserdem kann aber auch der letzte Rest der ursprünglichen engen Magenhöhle dadurch verloren gehen, dass die in inniger Berührung an einander liegenden Magenwände mit einander verwachsen. Das mächtige, ringsum sich entwickelnde Parenchym der dicken Magenwand, dass sich nach allen Richtungen auszudehnen strebt, scheint hierbei ganz mechanisch zu wirken, indem es die enge Magenhöhle comprimirt und schliesslich zur vollständigen Obliteration bringt. Der ganze Schwamm wird dadurch zu einem völlig massiven Klumpen, der auf dem Durchschnitt von engeren und weiteren verästelten Canälen unregelmässig durchzogen erscheint (Taf. 37, Fig. 9B). Auch die weiteren, mit blossem Auge sichtbaren Canäle gelangen hier oft zur Obliteration, und dann erscheint der Schwamm auf jedem Durchschnitt als ein völlig massiver Körper (Taf. 21, Fig. 13). Natürlich sind alle diese magenlosen Spongien zugleich mundlos. Gewöhnlich geht der Verlust der Mundöffnung demjenigen der Magenhöhle voraus. Bisweilen obliterirt aber auch die Magenhöhle von ihrem aboralen Grunde aus, so dass die Mundöffnung erst zuletzt, am Ende dieses Verwachsungs-Processes verschwindet.

Bei keiner einzigen Calcispongien-Art habe ich den Verlust der Magenhöhle constant gefunden. Vielmehr traf ich ihn unter allen den angeführten Leucon-Arten nur bei einzelnen Individuen, während andere Individuen eine mehr oder weniger entwickelte Magenhöhle aufzuweisen hatten. Immer erschien dieselbe bei diesen Arten in Bezug auf Grösse sehr variabel. Alle Grade der schrittweisen Obliteration waren nachweisbar. Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass die Magenhöhle bei den Leuconen wie bei der grossen Mehrzahl der übrigen Schwämme als ein rudimentäres Organ betrachtet werden muss. Ihre ursprüngliche nutritive Function, die sie bei allen Asconen beibehält, hat sie bei den Leuconen und Syconen mit dem Verlust des Geissel-Epithels aufgegeben. Bei den Syconen erscheint sie noch nothwendig als Wasser-Reservoir für die zahlreichen Wasserströme, welche sämmtlich centripetal, in radialer Richtung, gleichzeitig durch die Radial-Tuben einströmen; sie erhält sich desshalb auch hier constant. Bei den Leuconen dagegen, wie bei den meisten übrigen Schwämmen, geschieht die Wassercirculation in den unregelmässig verästelten und anastomosirenden Astcanälen der Magenwand häufig ohne bestimmte Richtung und Ordnung; die Wasserströme, welche durch zahlreiche Hautporen in die feineren Astcanäle eintreten, finden hier ihren Ausweg

durch andere Astcanäle und andere Hautporen; die Magenhöhle wird dadurch auch als centrales Wasser-Reservoir überflüssig, sinkt zum bedeutungslosen rudimentären Organ herab, und kann nun leicht verloren gehen. Ganz ähnlich verhalten sich auch viele parasitische Würmer, vor allen die Cestoden und Acanthocephalen. Auch hier ist dem Verlust der Magenhöhle der Verlust ihrer Function vorausgegangen. An die Stelle der Ernährung durch die Magenhöhle ist die Ernährung durch die Haut getreten. Die magenführenden oder menogastrischen Schwämme verhalten sich zu den magenlosen oder lipogastrischen Spongien, wie die Trematoden zu den Cestoden.

Die Gastral-Poren und Gastral-Ostien.

In der Gastralfläche aller Spongien, die eine Magenhöhle besitzen, liegt eine grosse Anzahl von kleineren oder grösseren, unbeständigen oder beständigen Löchern, durch welche das von aussen einströmende Wasser in die Magenhöhle tritt. Diese Löcher nenne ich Pori gastrales, wenn sie variabel und unbeständig; Ostia gastralia hingegen, wenn sie bleibende und beständige Organe sind. Doch ist zwischen beiderlei Oeffnungen keine scharfe Grenze zu ziehen. Die Gastral-Ostien sind aus den Gastral-Poren theilweise entstanden. Uebrigens verhalten sich die drei Familien der Kalkschwämme in Bezug auf die Bildung dieser Löcher, welche stets die inneren Mündungen der die Magenwand durchsetzenden Canäle bilden, ziemlich verschieden, wie schon aus der Verschiedenheit dieser Canäle gefolgert werden kann. Die Asconen besitzen stets nur Gastral-Poren, die Leuconen und Syconen dagegen meistens Gastral-Ostien.

Die Gastral-Poren der Asconen (Taf. 1, Fig. 1p; Taf. 7, Fig. 2p, 5p) sind weiter Nichts als die inneren Mündungsränder ihrer einfachen Lochcanäle oder Poral-Tuben, deren äussere Mündungsränder auf der äusseren Oberfläche als Dermal-Poren figuriren. Da diese ganz kurzen und engen Canäle bei allen Asconen ganz einfache, unbeständige Organe sind, und da der Verschluss des „Haut-Porus“ eo ipso zugleich der Verschluss dieses selben „Magen-Porus“ ist, so haben wir hier demjenigen, was wir oben bereits über die „Lochcanäle“ der Asconen gesagt haben, Nichts weiter hinzuzufügen. Die Hautporen der Asconen sind zugleich ihre Magenporen. Der Verschluss und die Oeffnung beider geschieht durch eine und dieselbe Sarcodine-Lamelle des Syncytiums.

Die Gastral-Oeffnungen der Leuconen sind zum grössten Theile constante Ostien, nur zum kleinsten Theile variable Poren; bei vielen Arten fehlen letztere ganz, es kommen nur Ostien bei ihnen vor. Diese sind fast bei allen Leuconen durch ihre unregelmässige Vertheilung und ungleiche Grösse auffallend. Fast immer münden auf der Gastralfläche sehr zahlreiche feine zwischen einer geringen Anzahl von gröberen und gröbsten Canälen aus. Daher sieht man schon mit blossem Auge eine geringe Anzahl von unregelmässig zerstreuten grossen Löchern, deren Durch-

messer 1—2 Mm. übersteigen kann, und dazwischen eine grosse Anzahl von feineren und feinsten Löchern, die zum Theil erst unter dem Mikroskope sichtbar werden. Die Gastral-Ostien der Leuconen scheinen zum grössten Theile beständig offen zu bleiben und niemals geschlossen werden zu können. Nur in seltenen Fällen ist über einzelne Gastral-Ostien eine dünne Sarcodine-Lamelle ausgespannt, welche in ähnlicher Weise wie bei den Syconen zum zeitweiligen Verschluss dieser Oeffnung bestimmt erscheint. Dann können wohl auch, wenn die Mündung wieder geöffnet wird, statt eines einfachen Ostium zwei oder drei (selten mehr) vergängliche Löcher in der Verschluss-Lamelle auftreten, und somit das constante Gastral-Ostium durch mehrere variable Gastral-Poren ersetzt werden. Doch scheint dies nur sehr selten der Fall zu sein. Meistens sind die Gastral-Ostien der Leuconen länglich-rund, elliptisch oder oval, seltener kreisrund (vergl. Taf. 21, Fig. 8, 11—15; Taf. 35, Fig. B; Taf. 37, Fig. 1, 2, 5B; Taf. 38, Fig. 1, 8, 10).

Die Gastral-Ostien der Syconen sind ebenfalls gewöhnlich beständige Mündungen. In der Regel mündet jeder Radial-Tubus auf der inneren Magenfläche durch ein einziges Ostium. Da nun die Radial-Tuben bei allen Syconen ganz regelmässig strobiloid angeordnet sind, so erscheinen auch ihre Gastral-Ostien ganz gleichmässig und nach bestimmter Ordnung auf der Gastralfläche vertheilt. Meistens bilden sie parallele Reihen, welche schief gekreuzt verlaufen (vergl. Taf. 41, Fig. 1; Taf. 58, Fig. 2, 3); bisweilen bilden die Gastral-Ostien (in Folge besonderer Bildung des Gastral-Skelets) ausgesprochene Längsreihen (Taf. 44, Fig. 1; Taf. 59); seltener sind sie mehr oder weniger unregelmässig vertheilt (Taf. 49, Fig. 1; Taf. 58, Fig. 4).

Die Gastral-Ostien der Syconen können, gleich den Gastral-Poren der Asconen, willkührlich verschlossen werden, indem der Sarcodine-Rand des runden Loches sich sphincterartig bis zum völligen Verschlusse contrahirt. Wenn dann nachher die Mündung sich wieder öffnet, so können auch bisweilen statt des einfachen Ostium zwei oder drei (selten mehr) Gastral-Poren in der dünnen Syncytium-Lamelle, welche die Schluss-Membran bildet, auftreten. Dies hat schon LIEBERKÜHN bei *Sycandra ciliata* beobachtet. Er sagt darüber [1]: Die Maschen der inneren Höhlenfläche sind „überzogen von der contractilen Substanz, die von zahllosen kleinen Löchern durchbrochen ist, und zwar so, dass auf jede Masche eins, zwei, drei, auch vier Löcher fallen, je nach dem Contractionszustande; während der Beobachtung kann da, wo ursprünglich drei Oeffnungen waren, eine entstehen, und wo ursprünglich eine war, können drei erscheinen. Die eine Oeffnung kann so klein sein, dass sie nur bei starker Vergrösserung des Mikroskops sichtbar wird, sie kann sich aber auch so erweitern, dass sie schon für die Lupe zugänglich wird und fast so gross wird wie die Masche selbst. Die Lage der contractilen Substanz ist eine sehr schwache, und bei geringer Veränderung des Focus bemerkt man, dass unter ihr

1) LIEBERKÜHN, Archiv f. Anat. Phys. 1865, p. 739.

Hohlräume befindlich sind." Im Ganzen kommt jedoch diese Bildung variabler Gastral-Poren an Stelle eines constanten Gastral-Ostiums bei den Syconen nicht häufig zur Beobachtung. Vielmehr ist meistens an der inneren Mündung jedes Tubus ein einziges rundes Loch zu erblicken, welches in verschiedenen Zuständen der Dilatation, oder auch ganz geschlossen erscheint.

Die Form dieser Gastral-Ostien ist meistens kreisrund, seltener länglich-rund, oval oder elliptisch (Taf. 46, Fig. 6; Taf. 47, Fig. 6, 8; Taf. 49, Fig. 2). Ihr Durchmesser in ausgedehntem Zustande beträgt meistens nur 0,1 — 0,2 Mm., selten mehr, oft weniger; sie sind also viel kleiner als die grössten Gastral-Ostien der Leuconen, bleiben jedoch fast immer dem blossen Auge deutlich als feine Punkte sichtbar.

Wenn man den langsamen Verschluss eines Gastral-Ostiums aufmerksam unter dem Mikroskope verfolgt, so sieht man, dass er ganz in derselben Weise, wie der Verschluss der Hautporen erfolgt. Die glatte Peripherie des runden Loches wird langsam enger und enger. Die Oeffnung wird allmählig kleiner, bis sie endlich ganz verschwindet. Das Loch ist nunmehr durch eine dünne hyaline Sarcodine-Lamelle des Syncytiums verschlossen, welche Kerne, aber keine Spicula enthält.

Wenn das Gastral-Ostium sich wieder öffnet, so erscheint in der Mitte ein ganz kleines rundes Loch, welches langsam grösser wird. Der runden Peripherie parallel zeigen sich feine concentrische Linien, welche für circulare Muskelfasern gehalten werden könnten, in der That aber nur zeitweilige Falten der Sarcodine-Lamelle sind. Die Kerne liegen mit ihrem Längsdurchmesser tangential zu diesen Falten (Taf. 48, Fig. 2, 4).

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dass man die Gastralfläche der drei Familien der Kalkschwämme in der Regel schon mit blossen Augen unterscheiden kann. Die Gastralfläche der Asconen erscheint für das unbewaffnete Auge solid, undurchlöchert, weil ihre Gastral-Poren mikroskopisch fein sind. Die Gastralfläche der Leuconen ist fast immer unregelmässig von einzelnen grossen und vielen feinen Löchern, von sehr ungleicher Grösse, durchbohrt. Die Gastralfläche der Syconen ist dagegen gewöhnlich regelmässig von gleich grossen, in Reihen geordneten Löchern gitterförmig durchbrochen.

Die Dermal-Poren und Dermal-Ostien.

Nach demselben Princip, nach welchem wir soeben an der Gastralfläche der Spongien die unbeständigen Gastral-Poren von den beständigen Gastral-Ostien unterschieden haben, können wir auch allgemein an der Dermalfläche die inconstanten Dermal-Poren von den constanten Dermal-Ostien trennen. Die ersteren, die Poren, sind noch nicht constante Organe, sondern wechselnde Parenchym-Lücken, einfache Löcher, welche bald hier, bald dort entstehen und vergehen. Die letzteren, die Ostien, haben dagegen den Werth von constanten Organen; sie sind bleibende

Canäle mit beständiger Wand, deren Oeffnung zwar beim Verschluss gänzlich verschwinden kann, aber bei der Wieder-Eröffnung an derselben Stelle sich bildet. Sowohl in der gastralen wie in der dermalen Fläche der Spongien ist die Zahl und Stellung der Poren variabel, die Zahl und Stellung der Ostien constant. An der Stelle, wo sich ein Porus geschlossen hat, können unmittelbar darauf zwei, drei oder noch mehr Löcher in der verschliessenden Sarcodine-Lamelle sich bilden; und nachdem sich diese wieder geschlossen haben, kann abermals ein einfaches Loch erscheinen. Bei den constant gewordenen Ostien ist dieser Wechsel nicht mehr möglich. Das Interessante ist aber, dass zwischen beiden Arten der Oeffnungen kein scharfer Unterschied existirt, und dass die Ostien phylogenetisch durch Befestigung ihrer Zahl und Stellung aus den variablen Poren entstanden sind.

Die dermalen Ostien sind gewöhnlich grösser als die dermalen Poren. Letztere sind mit blossem Auge niemals sichtbar, höchstens von 0,02—0,04 Mm. Durchmesser. Erstere sind dagegen oft (doch nicht immer!) mit blossem Auge sichtbar und erreichen einen Durchmesser von 0,05—0,2, bisweilen sogar über 0,3 Mm. Die Form der beiderlei Haut-Oeffnungen ist ganz gleich, meistens kreisrund, seltener länglich oder unregelmässig rund. Auch in der Structur der Ränder und der Verschluss-Membran existirt kein Unterschied. Letztere ist eine sehr dünne Sarcodine-Lamelle, welche Kerne, aber keine Spicula enthält.

Der erste Naturforscher, welcher die Hautporen der Spongien entdeckte, Grant, benannte nach ihnen die ganze Classe Porifera. Er hat aber, wie schon oben bemerkt wurde, als Poren an der Dermalfläche der Schwämme nur theilweise die echten, veränderlichen, mikroskopischen Dermal-Poren bezeichnet, theilweise auch permanente, mit blossem Auge sichtbare Gerüstlücken der Dermalfläche, oder dermale Oeffnungen von Intercanal-Räumen (Pseudoporen), welche nicht mit jenen ersteren verwechselt werden dürfen (vergl. oben p. 6, Anmerkung). Später hat namentlich Lieberkühn die echten Dermal-Poren der Schwämme, ihr Entstehen und Vergehen, genauer beschrieben [1]). Er fasst sie als variable, in Bezug auf Zahl und Lagerung unbeständige Löcher auf, ebenso wie die meisten folgenden Autoren.

Dass neben diesen gewöhnlichen, variabeln, echten Hautporen bei einigen Spongien auch constante, nicht veränderliche Dermal-Poren, also eigentlich Ostien, sich finden, hat zuerst Bowerbank behauptet [2]). Er sagt: „In *Pachymatisma* and *Geodia*, and in some other highly organized Genera, there is good reason to believe that the pores are permanent organs, opening and closing repeatedly in the same situations. But in the greater part of the Halichondroid types of Sponges they are certainly not permanent orifices, like the mouths of higher classes of animals, and in these sponges, when they are in a state of complete repose, there

1) Lieberkühn, Arch. f. Anat. Physiol. 1857, p. 381.

2) Bowerbank, Brit. Spong. Vol. I, 1864, p. 109.

is not the slightest indication of their existence." Ausführlicher hat sodann OSCAR SCHMIDT den Unterschied zwischen den veränderlichen und den constanten Poren erörtert. Veränderliche oder inconstante Poren, welche „an beliebigen Stellen der Oberfläche entstehen und verschwinden und mit blossen Augen nicht zu sehen sind", nimmt er bei allen denjenigen Spongien an, „deren Oberfläche ganz oder theilweise von einer flüssigen Sarcode-Schicht gebildet wird" (z. B. *Euspongia, Reniera, Myxilla, Caminus*). Stabile oder constante Poren, welche ihre Zahl und Stellung bleibend behalten und gewöhnlich mit blossem Auge gut sichtbar sind, findet er dagegen bei *Acanthella* und bei den Gummineen (*Corticium, Chondrilla, Gummina*)[1].

Unter den Kalkschwämmen finde ich veränderliche Dermal-Poren bei allen Asconen und bei der Mehrzahl der Leuconen und Syconen, constante Dermal-Ostien dagegen nur bei einer geringen Anzahl von Leuconen und Syconen.

Die Dermal-Poren der Asconen sind weiter Nichts als die äusseren Mündungsränder ihrer einfachen Lochcanäle oder Poral-Tuben, deren innere Mündungsränder auf der inneren Gastralfläche als Gastral-Poren fungiren. Wie schon oben bemerkt, sind die einfachen Poral-Tuben aller Asconen eben dadurch characterisirt, dass sie gleichzeitig Dermal-Poren und Gastral-Poren sind. Ihre Form, ihr Entstehen und Vergehen, ist bereits oben beschrieben worden (p. 220—224).

Die dermalen Oeffnungen des Gastrovascular-Systems bei den Leuconen sind zum weitaus grössten Theile inconstante Dermal-Poren. Die kurzen, mikroskopischen Canälchen feinsten Calibers, welche an der Dermalfläche der Leuconen münden, können zeitweilig sich vollständig schliessen, indem die oberflächlichste Sarcodine-Schicht über der ganzen Dermalfläche einen zusammenhängenden Ueberzug bildet. Wenn sich dann aber wieder neue Oeffnungen in derselben bilden, brauchen diese nicht an denselben Stellen und in derselben Anzahl, wie die früheren Hautporen aufzutreten, sondern in verschiedener, wechselnder und unbestimmter Zahl und Anordnung. Sie verhalten sich also ganz wie die veränderlichen Dermal-Poren der Asconen und sind gleich diesen mit blossem Auge nicht sichtbar.

Nur bei einer geringen Anzahl von Leuconen sind aus diesen inconstanten Poren stabile Dermal-Ostien entstanden, welche ihre constante Zahl und Ordnung beibehalten, und zum Theil schon mit blossem Auge gesehen werden können. Theils scheinen diese stabilen Ostien allein als „Einströmungslöcher" zu fungiren; theils scheinen daneben noch veränderliche Poren vorzukommen. Sie finden sich vorzüglich bei solchen Leucon-Arten, bei denen das Skelet der Dermalfläche aus sehr dicht und fest geordneten Nadeln zusammengesetzt ist, namentlich also bei denjenigen Species, deren Oberfläche nach Art eines Gypsgusses mit einer festen glatten Rinde,

1) OSCAR SCHMIDT, Adriat. Spong. II. Supplem. 1866, p. 1, 2.

aus Stäbchen-Mörtel zusammengesetzt, überzogen ist: *Leucandra bomba* (Taf. 38, Fig. 1, 2), *L. stilifera, L. saccharata* etc. Auch bei *Leucetta trigona, L. pandora* und einigen anderen Leucon-Arten scheinen stabile Dermal-Ostien an die Stelle der vergänglichen Hautporen getreten zu sein. Doch ist es sehr schwer, an todten Objecten mit Sicherheit zwischen diesen beiden, in einander übergehenden Bildungen zu unterscheiden, und sind noch weitere genauere Untersuchungen an lebenden Leuconen erforderlich.

Bei den Syconen endlich sind zwar die vergänglichen Hautporen die vorherrschenden Oeffnungen der Dermalfläche. Daneben finden sich aber auch bei einigen Species wirkliche constante Dermal-Ostien; und bei einigen Arten dienen letztere allein zum Eintritt des Wassers und die veränderlichen Dermal-Poren sind verschwunden. Ausgehend von unserer phylogenetischen Anschauung, dass die einfache Sycon-Person ursprünglich als ein zusammengesetzter, durch strobiloide Knospung entstandener Ascon-Stock aufzufassen ist, werden wir schon von vornherein erwarten dürfen, dass sich die Dermal-Poren in den dünnwandigen Radial-Tuben nicht anders verhalten als bei den dünnwandigen Asconen. Wie jeder einzelne Radial-Tubus einer einfachen Olynthus-Person entspricht, und wie die feinere Structur der Wand in diesen beiden Formen ganz dieselbe ist, so wiederholen sich auch in beiden die variabeln Dermal-Poren. So ist es namentlich auf den ersten Blick sichtbar bei allen Syconen des *Syconaga*-Typus (p. 243), deren Radial-Tuben völlig frei geblieben und nicht mit einander verwachsen sind. Aber auch bei den Syconen des *Syconopa*-Typus (p. 244), wo die Radial-Tuben mit ihren Rändern oder Kanten verwachsen sind, zwischen sich aber die radialen Intercanäle lassen, sind die vergänglichen Dermal-Poren erhalten geblieben und münden hier zum Theil in die Intercanäle, zum Theil aussen an der Dermalfläche. Wenn dagegen die Radial-Tuben mit ihren Flächen völlig verwachsen, so dass keine Intercanäle zwischen ihnen bleiben (*Syconusa*-Typus, p. 247), so verwandelt sich der grösste Theil der früheren Dermal-Poren nunmehr in die veränderlichen Conjunctiv-Poren, welche die gemeinsame dünne Scheidewand der verwachsenen Tuben durchbrechen und aus einer Tubus-Höhle in die andere, benachbarte führen. Die ursprünglichen Dermal-Poren bleiben hier nur an der freien dermalen Grundfläche der verwachsenen Tuben bestehen; sie können aber auch hier durch constante Gastral-Ostien ersetzt werden, wie solche sich bisweilen auch bei den Syconen der beiden anderen Typen (*Syconaga* und *Syconopa*) neben den variabeln Dermal-Poren vorfinden.

Die stabilen Dermal-Ostien der Syconen sind in vielen (wenn nicht in allen) Fällen eigenthümliche Organe, nicht morphologisch gleichwerthig den vorher beschriebenen Dermal-Ostien der Leuconen und der Kieselschwämme, und nicht gleich diesen aus variabeln Poren entstanden, sondern vielmehr ursprünglich homolog den Oscula, den wahren Mundöffnungen der Asconen. Wir finden nämlich bei den Sy-

conen, welche sich durch den Besitz von stabilen Dermal-Ostien auszeichnen, deren immer nur ein einziges an jedem Radial-Tubus, und zwar genau am distalen Ende des Tubus, an der Spitze seines freien „Distal-Conus", oder in dem Centrum seiner dermalen Grundfläche. So präsentirt sich das constante Dermal-Ostium an dem Distal-Ende der Tuben bei *Sycetta primitiva* (Taf. 41, Fig. 3—4s), welche zum *Syconaga*-Typus gehört; bei *Sycetta strobilus* (Taf. 42, Fig. 6d) und *Sycetta cupula* (Taf. 42, Fig. 10d), welche den *Syconopa*-Typus darstellen; und bei allen vier *Sycilla*-Arten (Taf. 43), bei *Sycaltis perforata* (Taf. 46, Fig. 9) und *Sycandra ramosa* (Taf. 58, Fig. 8), welche den *Syconusa*-Typus repräsentiren. Bei diesen letzteren Formen sind die Dermal-Ostien die einzigen Oeffnungen, durch welche Wasser (vom Osculum abgesehen) in den Schwamm eintreten und austreten kann; bei den ersteren dagegen existiren, neben den stabilen Ostien am Distal-Ende der Tuben, auch noch die inconstanten Poren an ihren dermalen Seitenflächen.

Erinnern wir uns nun an die Phylogenie der Syconen, aus welcher hervorgeht, dass die Radial-Tuben ursprünglich durch strobiloide Gemmation entstandene Olynthen sind, so werden wir jedes distale Dermal-Ostium als das ursprüngliche Osculum einer Olynthus-Knospe auffassen müssen. Vielleicht dürfen wir dann auch noch weiter gehen, und in consequenter Verfolgung dieser Anschauung den Sycurus mit Dermal-Ostien der Radial-Tuben als einen strobiloiden Soleniscus, den Sycurus ohne Dermal-Ostien der Radial-Tuben als einen strobiloiden Nardorus phylogenetisch deuten. Wenn diese Deutung, wie ich nicht zweifle, richtig ist, so entspricht zwar in beiden Fällen das Osculum des Sycurus dem Osculum des primitiven, knospentragenden Olynthus; im letzteren Falle aber ist dasselbe zugleich Coenostom für das Coenobium, während im ersteren Falle daneben noch die Oscula der secundären, durch die strobiloide Gemmation entstandenen Olynthen (d. h. die Dermal-Ostien der Tuben!) persistiren. Weiterhin würde dann auch eine Sycocystis mit Dermal-Ostien vielleicht als ein Soleniscus aufzufassen sein, der durch strobiloide Gemmation von Olynthen auf einem Clistolynthus entstanden ist. Eine Sycocystis ohne Dermal-Ostien hingegen würde einem strobiloiden Auloplegma homolog sein können.

Die Mundöffnung *(Osculum)*.

Als Mundöffnung bezeichne ich bei den Kalkschwämmen, wie bei den Spongien überhaupt, diejenige Oeffnung, welche von Lieberkühn und von den meisten übrigen Autoren als „Ausströmungsloch" oder „Ausflussöffnung", auch wohl als „Auswurfsöffnung" oder „Schornsteinmündung" bezeichnet wird. Es ist das „Fecal Orifice" von Grant, der „Mouth of cloaca" von Bowerbank, das „Osculum" vieler Autoren. Indem ich diese Oeffnung „Mundöffnung" nenne, vindicire ich ihr eine ganz bestimmte morphologische Bedeutung, und erkläre sie für homolog mit jener

Oeffnung, welche bei den meisten übrigen Thieren, und zunächst bei allen Nesselthieren, allgemein als **Mund** bezeichnet wird.

Dass das Osculum der Spongien der Mundöffnung der Nesselthiere zu vergleichen sei, hat zuerst LEUCKART, indem er die Asconen mit den Hydroid-Polypen verglich, mit folgenden Worten behauptet [1]: „Die Flimmerhöhle im Inneren der Grantien (= Asconen, H.) ist die **Leibeshöhle**, die an den Enden der die einzelnen Polypen repräsentirenden Zweige durch eine **Mundöffnung** nach aussen führt. Die Abwesenheit der Tentakel wird man gegen diese Deutung nicht geltend machen wollen, zumal dieselben ja auch schon bei den Siphonophoren und Ctenophoren fehlen. Selbst die functionelle Bedeutung als „Ausflussöffnung" kann hier Nichts entscheiden, da die sogenannte Mundöffnung auch bei den übrigen Coelenteraten bekanntlich als Auswurfsöffnung vielfache Verwendung findet." Dieser letzteren Bemerkung muss ich hinzufügen, dass überhaupt **niemals** die functionelle Bedeutung, d. h. der **physiologische** Werth eines Organes für die **morphologische** Deutung desselben entscheidend ist. Im Gegentheil dient erstere oft nur dazu, um die letztere zu verdecken.

Nachher hat MIKLUCHO, gestützt auf die Beobachtung seiner *Guancha blanca* (= *Ascetta blanca*, H.) den Vergleich des Osculum der Spongien mit der Mundöffnung der Nesselthiere weiter ausgeführt, und besonders dadurch zu motiviren gesucht, dass auch bei den Spongien durch diese sogenannte „Ausströmungsöffnung" das Wasser nicht nur ausströmen, sondern auch einströmen kann [2]. Zwei Jahre später [3]) hat allerdings MIKLUCHO diese richtige Vergleichung selbst wieder aufgehoben, indem er nun „durch directe Versuche zum Schluss gekommen ist, dass die Poren der Schwämme nicht bloss eine physiologisch gleichartige Function mit den Mundöffnungen (Oscula) besitzen, sondern auch den Osculis morphologisch gleichartige Bildungen repräsentiren; d. h. die Poren der Schwämme sind den Osculis homotyp (allgemein homolog), und die letzteren (Oscula) entstehen bei einigen Schwämmen durch Vereinigung der ersteren (Poren) oder durch die Ausbildung einer Pore. Diese Centralisation führt allmählich zur Bildung einer verdauenden Cavität, die aber auch auf eine andere Weise entstehen kann." In diesen unbegreiflichen Sätzen ist geradezu Alles falsch, und wenn MIKLUCHO glaubt, dass dieselben „von fundamentaler Bedeutung für das Verständniss der Organisation der Schwämme, namentlich ihres Gastrovascular-Apparates sind", so bedaure ich umgekehrt behaupten zu müssen, dass dieselben von gar keiner Bedeutung sind, und nur beweisen, dass der Verfasser seine frühere gute

1) LEUCKART, Jahresbericht. Archiv f. Naturg. 1866, Bd. II, p. 196.

2) MIKLUCHO, Ueber den coelenterischen Apparat der Schwämme. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. IV. Bd., 1868, p. 232.

3) MIKLUCHO, Ueber einige Schwämme etc. Mém. de l'Acad. de S. Petersbourg. Tome XV, 1870, p. 3.

Orientirung in der Morphologie der Spongien völlig verloren hat. Aus meiner vorhergehenden Darstellung wird der Leser zur Genüge gesehen haben, dass die Hautporen der Schwämme zu ihrem Osculum absolut gar keine morphologische Beziehung besitzen. Das Osculum ist die primäre, einfache, schon bei der Flimmerlarve der Spongien oder doch in ihren späteren Jugendzuständen frühzeitig auftretende Oeffnung der primitiven Magenhöhle, ebenso wie bei den Larven und Jugendformen der Nesselthiere entstanden, und von gleicher morphologischer Bedeutung. Die Hautporen dagegen sind secundär auftretende Parenchym-Lücken der Magenwand, die niemals zu einem wahren Osculum werden können. Die grösseren und constanten äusseren Oeffnungen, welche nach Miklucho bei einigen Schwämmen entweder durch „Vereinigung von Poren (Centralisation) oder durch die Ausbildung einer Pore" entstehen können, sind nicht wahre Oscula, sondern stabile Dermal-Ostien (vergl. unten im fünften Kapitel die Bemerkung über Gemmulation).

Die Homologie des Osculum der Spongien mit der Mundöffnung der Nesselthiere wird sich aus der später zu erörternden Ontogenie von selbst ergeben, und da ich auch ausserdem diese sehr wichtige Homologie im vierten Abschnitt noch mehrfach zu erörtern habe, gehe ich hier sogleich zur anatomischen Beschreibung des Verhaltens über, welches jene Oeffnung bei den Kalkschwämmen darbietet. Hier ist nun zunächst anzuführen, dass bei den Kalkschwämmen ebenso wie bei den übrigen Spongien die Mundöffnung nicht selten an dem ausgebildeten Schwamme gänzlich vermisst wird. Wir werden die Verhältnisse dieser Lipostomie oder Astomie nachher besonders betrachten. Bei der grossen Mehrzahl der Kalkschwämme ist dagegen das Osculum gewöhnlich leicht zu finden. Jede Magenhöhle hat ursprünglich ihre eigene Mundöffnung. Bei den zusammengesetzten Stöcken der Calcispongien tritt jedoch sehr häufig eine Reduction der Mundöffnungen ein, indem sie gruppenweise verschmelzen, so dass viele Magenhöhlen zusammen nur wenige, oder selbst nur eine einzige gemeinsame Mundöffnung erhalten. Auch diese eigenthümlichen Verhältnisse sollen nachher besonders erörtert werden, da dieselben in dem künstlichen System der Kalkschwämme eine grosse Rolle spielen.

Die Grösse des Osculum ist im Allgemeinen abhängig sowohl von der Form und Grösse der Person bei den verschiedenen Species, als von der Weite ihrer Magenöffnung. Bei den dünnwandigen Asconen ist die Mundöffnung sehr oft nicht enger oder nur wenig enger, als das Magenrohr, so namentlich bei den cylindrischen Röhren; wogegen bei den eiförmigen oder spindelförmigen Personen der Durchmesser des Osculum natürlich bedeutend kleiner ist, als derjenige des Magens. Der erstere beträgt hier oft nur 0,1—0,3 Mm., während er bei den grösseren Personen 0,5—0,8, oft über 1, seltener über 2 Mm. beträgt. Bei den dickwandigen Leuconen ist die Mundöffnung gewöhnlich viel enger als die erweiterte Magenhöhle. Ihr Durchmesser erreicht hier meistens 1—2 Mm., selten weniger, oft mehr: 3—5 Mm. und darüber.

Auch bei den Syconen beträgt der Durchmesser der Mundöffnung meistens 1—2 Mm., selten mehr, bisweilen weniger.

Die Form der Mundöffnung bietet bei den Kalkschwämmen viel auffallendere Verschiedenheiten als bei den übrigen Schwämmen dar, und ist daher auch vielfach zur systematischen Scheidung nicht allein der Arten, sondern auch der Gattungen benutzt worden. Den grössten Werth hat hierauf O. Schmidt gelegt, welcher allein in der Familie der Syconen vier verschiedene Genera nach der Form des Mundes unterscheidet, und diese mit folgenden Worten characterisirt: „*Ute:* Das Osculum ist weder mit einem Strahlenkranze umgeben, noch am Ende eines dünnhäutigen Schornsteines. *Dunsterrillia:* Osculum mit einer aufrechten und einer zweiten, fast horizontalen Strahlenkrone. *Sycon:* Osculum nur mit einer einfachen Strahlenkrone. *Syconella:* Osculum ohne Strahlenkrone, aber am Ende eines dünnhäutigen, schornsteinartigen Aufsatzes" [1]). Ebenso unterscheidet Schmidt unter den Leuconen seine Gattung *Sycinula* (mit Strahlenkrone) von *Leuconia* (mit einfachen, nackten Oscula). Ich selbst habe dieses Classifications-Princip im Prodromus angewendet und im künstlichen System des zweiten Bandes consequent durchgeführt. Ich unterscheide demnach allgemein (in allen drei Familien der Kalkschwämme) eine dreifach verschiedene Bildung der Mundöffnung, nämlich 1) Osculum nackt (einfach, ohne Rüssel und ohne Nadelkranz). 2) Osculum rüsselförmig (in eine dünne schornsteinartige Röhre verlängert, ohne Nadelkranz). 3) Osculum bekränzt (von einem frei vorragenden Nadelkranze oder einer Strahlenkrone umgeben. Die Personen der ersten Kategorie nenne ich nacktmündig, diejenigen der zweiten rüsselmündig, diejenigen der dritten kranzmündig.

Unter den 289 Arten von Kalkschwämmen, welche ich im künstlichen System des zweiten Bandes aufführe, befinden sich 63 Arten ohne Mundöffnung (lipostome Formen); 212 Species mit Mundöffnung. Unter diesen letzteren ist bei 136 Arten das Osculum nackt, bei 36 Arten rüsselförmig und bei 40 Arten bekränzt. 14 Species (Metrograntien) werden durch solche Stöcke gebildet, bei denen die constituirenden Personen mit verschiedenartiger Mundform versehen, theils nacktmündig, theils rüsselmündig, theils kranzmündig sind.

Die nackte Mundöffnung *(Osculum nudum)* ist die bei weitem häufigste und die ursprüngliche Form der Mundöffnung bei den Kalkschwämmen. Gewöhnlich ist dieselbe ein kreisrundes Loch mit glattem scharfen Rande, an dem der Anheftungsstelle des Schwammes (dem Aboral-Pol) entgegengesetzten Ende der Längsaxe (z. B. Taf. 1, Fig. 1 o; Taf. 26, Fig. o; Taf. 49, Fig. 1). Bei denjenigen Arten, deren Körper blattförmig comprimirt, und deren Magenhöhle daher taschenförmig ist, bildet die nackte Mundöffnung einen schmalen Querspalt (z. B. *Ascandra sertularia*, Taf. 17, Fig. 5; *Leucandra lunulata*, Taf. 37, Fig. 1; *Sycandra compressa*, Taf. 57).

---

1) O. Schmidt, Algier. Spong. 1868, p. 29.

Die rüsselförmige Mundöffnung *(Osculum proboscideum)* entspricht dem „Schornstein oder Caminus" vieler Autoren, dem „dünnhäutigen, schornsteinartigen Aufsatz" von SCHMIDT. Derselbe erscheint stets als ein farbloser und durchsichtiger, sehr dünnwandiger und zarter Schlauch, von regulär cylindrischer Gestalt. Meistens ist er 2—3mal, oft aber auch 5—10mal so lang als dick. Bei den Asconen ist die zarte Wand des cylindrischen Rüssels eine unmittelbare Fortsetzung der dünnen Syncytium-Lamelle des Exoderms, und daher nur wenig dünner als die Magenwand der Ascon-Person (Taf. 11, Fig. 1; Taf. 17, Fig. 2, 6, 9, 12). Bei den Leuconen und Syconen dagegen ist der Rüssel stets viel dünner als die verdickte Magenwand und setzt sich gewöhnlich scharf von dieser ab (Taf. 37, Fig. 5A, 5B, 6; Taf. 58, Fig. 2, 6). Der durchsichtige zarte Schlauch des Rüssels erscheint hier wie ein cylindrisches Ascon-Röhrchen, das auf die Mundöffnung des Leucon oder Sycon aufgesetzt ist. Seine Structur ist sehr einfach. Die zarte Wand des Rüssels besteht aus einer sehr dünnen Syncytium-Lamelle des Exoderm, welche durch ein feines, meistens besonders differenzirtes „Rüssel-Skelet" gestützt wird. Das Entoderm fehlt an der Innenfläche des Rüssels vollständig.

Die kranzförmige Mundöffnung *(Osculum coronatum)*, der Nadelkranz oder die „Strahlenkrone" der Autoren, besteht in allen Fällen aus einem Kranze von sehr zahlreichen, äusserst feinen und langen Stabnadeln. Diese stehen sämmtlich longitudinal, der Längsaxe des Körpers parallel, dicht neben einander, und sind nur an ihrem kürzeren basalen Theile durch eine dünne Sarcodine-Lamelle des Syncytium mit einander verbunden, in ihrem längeren apicalen Theile völlig frei. Sie bilden zusammen eine Röhre, welche meistens cylindrisch, häufig aber auch trichterförmig nach oben hin erweitert, seltener kegelförmig nach oben verengt ist (vergl. Taf. 17, Fig. 3, 7, 10, 13; Taf. 35, Fig. 3, 7; Taf. 50, Fig. 1). In Folge von Contraction des Syncytium an der Basis der Nadelkrone können die Nadeln ihre Stellung etwas verändern und somit jene verschiedenen Formen der Kranzröhre in einander übergehen. In der Regel besteht der Peristom-Kranz eigentlich aus zwei verschiedenen und scharf abgegrenzten Theilen, nämlich aus dem basalen oder Halstheil *(Pars collaris)* und aus dem freien oder Wimpertheil *(Pars ciliaris)*. Der basale Theil oder das Collare ist in seiner Structur meistens nicht von dem vorher beschriebenen Rüssel verschieden, und wird gewöhnlich gleich diesem durch ein besonderes Skelet, einen Palisaden-Kranz von stärkeren Stabnadeln mit einer inneren Auskleidung von Vierstrahlern und häufig auch Dreistrahlern gestützt. Der freie Theil oder die eigentliche Nadelkrone besteht immer nur aus sehr feinen und langen Stabnadeln, welche in einem oder mehreren Kreisen dicht neben einander stehen, aber nicht durch das Syncytium des Exoderm mehr zusammenhängen. Die Grenze zwischen diesen beiden Theilen der Peristom-Krone ist ganz scharf (Taf. 59b), weil das Syncytium, welches das Collare (c) stützt und die Schenkel der Dreistrahler

und Vierstrahler verbindet, an dem Uebergange in den bloss aus feinen Stricknadeln gebildeten Ciliar-Theil (Taf. 59a) plötzlich aufhört (vergl. auch Taf. 58, Fig. 3).

Der eigenthümliche Glanz und der seidenartige Schimmer oder das „asbestartige" Aussehen, durch welches sich die gut entwickelte Strahlenkrone der kranzmündigen Kalkschwämme auszeichnet, ist vielen Autoren besonders aufgefallen, und sie haben daher bei der Unterscheidung der Gattungen und Arten auf diese Bildung ein grosses Gewicht gelegt. Eine Menge von ganz verschiedenen Kalkschwamm-Arten, sowohl Leuconen als Syconen, sind bloss dieses Kranzes wegen für *Grantia coronata* oder *Sycon ciliatum* ausgegeben worden. Ich werde aber im zweiten Bande zeigen, dass erstens eine solche Peristom-Krone bei den allerverschiedensten Arten von Asconen, Leuconen und Syconen vorkommen kann, und dass sie zweitens innerhalb einer und derselben natürlichen Art keineswegs constant ist.

Bei einigen wenigen Sycon-Arten, nämlich bei *Sycyssa Huxleyi* (Taf. 44, Fig. 1), bei *Sycandra Humboldtii* und bei *Sycandra elegans* (Taf. 58, Fig. 3), findet sich an der Basis der verticalen Peristom-Krone noch eine zweite horizontale Nadelkrone, welche die erstere wie ein Kragen umgiebt. Durch diesen doppelten Mundkranz erhalten allerdings die betreffenden Syconen einen sehr eigenthümlichen äusseren Habitus und O. Schmidt hat dadurch das Genus *Dunstervillia* characterisirt (l. c. p. 29). Indessen ist diese zweite, horizontale Krone, welche bloss aus dicht gedrängten, sehr langen und feinen Stabnadeln besteht, bei einer und derselben Art bald sehr stark, bald mittelmässig, bald kaum merklich oder selbst gar nicht entwickelt, und überhaupt so variabel, dass darauf nicht das mindeste Gewicht zu legen ist.

Die Mundhaut *(Membrana oscularis)*.

Der Verschluss des geöffneten Mundes, welcher bei allen mündigen Spongien unter gewissen Umständen zeitweise einzutreten scheint, geschieht nicht bei allen Kalkschwämmen in derselben Weise. Bei allen denjenigen Calcispongien, deren Mundöffnung nackt und zugleich von einer sehr dünnen und dehnbaren Syncytium-Lamelle umgeben ist, erfolgt der Verschluss derselben ganz einfach durch eine ringförmige Contraction in dieser zarten contractilen Lamelle; ganz ähnlich wie bei den Schliessmuskeln oder Sphincteren höherer Thiere. Die in der Mitte des contractilen Ringes gelegene Oeffnung wird dabei immer kleiner und verschwindet endlich, indem die Ränder zusammenfliessen. An dem geschlossenen Munde ist keine Spur der früheren Oeffnung mehr sichtbar. In der durchsichtigen structurlosen Sarcodine-Lamelle des Syncytium, welche den Verschluss bewirkt, sind oft sehr zarte concentrische Ringlinien zu bemerken, und die Kerne des Syncytium liegen mit ihrer Längsaxe diesen Ringlinien parallel oder tangential. Ebenso wie bei den ganz ähnlichen Verschlussmembranen der Gastral-Ostien und der Dermal-Ostien sind diese concentrischen

Ringlinien bloss als Falten oder Contractions-Zustände, nicht etwa als Ausdruck einer Zusammensetzung aus „Muskelfasern" zu deuten. Wenn der Mund sich wieder öffnet, entsteht in der Mitte plötzlich ein kleines Loch, welches langsam grösser wird. Der contractile Rand desselben wird dabei immer schmäler und endlich ist er wieder auf den früheren Umfang reducirt. In dieser einfachen Weise erfolgt der Verschluss des Osculum bei den nacktmündigen Asconen und wahrscheinlich auch bei vielen nacktmündigen Leuconen und Syconen.

Auf andere Weise erfolgt der Verschluss des Osculum bei den rüsselmündigen und kranzmündigen Calcispongien, wahrscheinlich in allen drei Familien. Hier bildet sich nämlich aus dem Syncytium des Exoderm eine besondere Verschlusshaut, welche ich Mundhaut oder Oscular-Membran nennen will. Diese ist meines Wissens bisher noch nicht beobachtet worden und kann auch wirklich sehr leicht übersehen werden. Ich habe dieselbe zwar nur bei einer geringen Anzahl von rüsselmündigen und kranzmündigen Kalkschwämmen beobachtet, möchte aber doch annehmen, dass sie gewöhnlich oder immer mit dem *Osculum proboscideum* und mit dem *Osculum coronatum* verbunden ist, wenigstens bei den Syconen und Leuconen; bei den Asconen ist mir ihre Existenz überhaupt noch zweifelhaft.

Die Oscular-Membran ist eine dünne, keine Spicula enthaltende Lamelle des Syncytium, welche inwendig von der Basis (dem aboralen oder unteren Rande) des Rüssels oder des Peristom-Kranzes ausgeht. Bei weit geöffnetem Mundcanal wird sie (durch Retraction in das Exoderm) entweder ganz unsichtbar oder bleibt bloss als ein ganz schmaler Ring stehen. Bei völlig geschlossenem Mundcanal hingegen bildet sie eine sehr zarte transversale Scheidewand, welche senkrecht auf der Längsaxe des Magens steht und die Magenhöhle völlig von dem Hohlraum des Rüssels oder des Peristom-Kranzes abschliesst. Wenn sich diese Mundhaut öffnet oder schliesst, verhält sie sich ganz ebenso wie die einfache Verschluss-Membran der nacktmündigen Calcispongien. Das Volum der Rüssel-Röhre oder des Peristom-Kranzes bleibt dabei aber gewöhnlich unverändert.

Mund-Verlust oder Lipostomie.

Während die Mehrzahl der Kalkschwämme, wie der übrigen Spongien, deutliche Mundöffnungen oder Oscula in Einzahl oder Mehrzahl besitzt, sucht man bei vielen entwickelten und reifen Spongien ganz vergeblich nach solchen. Diese interessante und morphologisch wie physiologisch bedeutungsvolle Thatsache ist bisher von den Autoren fast gar nicht berücksichtigt worden. Erst in seiner letzten Arbeit über die atlantischen Spongien (1870, p. 10) hat O. Schmidt die Aufmerksamkeit darauf hingelenkt. Er stellt hier die sehr wichtige Behauptung auf, dass diese Mundlosigkeit oder Astomie bei einigen „guten" oder natürlichen Species von Kieselschwämmen (z. B. *Geodia gibberosa*, *Polymastia mamillaris*, *Rhizochalina oleracea*) eine con-

stante, bei anderen dagegen eine zufällige oder gelegentliche sei (z. B. *Suberites domuncula, Corticium candelabrum*), und dass wieder bei anderen Arten die jungen Formen mit Mundöffnung versehen, die alten mundlos seien *(Holtenia Pourtalesii, Sycandra utriculus)*. Ich kann diese Behauptung durchaus bestätigen und mit einer Masse von Beispielen bei den Kalkschwämmen belegen. Auch fasse ich, wie SCHMIDT, diesen secundären Verlust der Mundöffnung als „eine Anpassung an innere Organisations-Verhältnisse auf, deren Inslebentreten allerdings wieder von gewissen äusseren Zufälligkeiten abhängt".

Unter den Kalkschwämmen findet sich in allen drei natürlichen Familien die Lipostomie so häufig, dass unter den 289 Arten des künstlichen Systems sich nicht weniger als 63 mundlose Species finden. Trotzdem hat merkwürdiger Weise fast Niemand dergleichen mundlose Kalkschwämme erwähnt. Eine Ausnahme macht nur O. SCHMIDT, welcher die Astomie von *Sycandra utriculus* beschreibt (Atlant. Spong. p. 75, Taf. II, Fig. 27 d) und auch bei *Ascetta clathrus* keine Oscula finden konnte (Adriat. Spong. II. Supplem. p. 8). Unter den 63 von mir beobachteten lipostomen Calcispongien befinden sich 29 mundlose solitäre Personen und 34 mundlose Stöcke. Fast die Hälfte dieser Formen, nämlich 30 Arten, kommen auf die Familie der Asconen, wo offenbar die Lipostomie bei weitem am häufigsten ist. Sie findet sich hier bei 10 solitären Asconen *(Clistolynthus)* und bei 20 socialen Asconen *(Auloplegma)*. Nächstdem ist der Mundverlust am häufigsten bei den Leuconen zu treffen, unter denen sich 25 lipostome Formen finden, und zwar 14 solitäre *(Lipostomella)*, 11 sociale *(Aphroceras)*. Am seltensten ist die Lipostomie bei den Syconen, unter welchen ich im Ganzen nur 8 mundlose Formen gefunden habe, und zwar 5 solitäre *(Sycocystis)* und 3 sociale *(Sycophyllum)*.

Bei mehreren Kalkschwämmen vererbt sich die Lipostomie offenbar so constant, dass sie für einzelne natürliche Arten ganz characteristisch ist. Dies gilt besonders von den Asconen. So habe ich namentlich bei zwei gut characterisirten Ascon-Arten, von denen ich auf der dalmatischen Insel Lesina Hunderte von Exemplaren gesammelt und untersucht habe, ausnahmslos nur mundlose Stöcke *(Auloplegma)* gefunden (*Ascetta clathrus*, Taf. 4, Fig. 1—3; und *Ascaltis cerebrum*, Taf. 8, Fig. 4—13). Auch bei *Ascetta flexilis, Ascaltis canariensis, Ascaltis Lamarckii* und einigen anderen natürlichen Ascon-Arten habe ich constant nur mundlose Stöcke beobachtet; doch habe ich diese letzteren Arten in viel weniger zahlreichen Exemplaren als die beiden erstgenannten untersucht. Anderseits giebt es unter den Asconen viele Arten, bei welchen mundlose Personen *(Clistolynthus)* und mundlose Stöcke *(Auloplegma)* nicht constant, sondern „gelegentlich oder zufällig" neben anderen, mit Mundöffnung versehenen Repräsentanten der Species vorkommen. Als solche sind zu nennen *Ascetta primordialis* (Taf. 2, Fig. 8—16), *Ascetta coriacea* (Taf. 3, Fig. 27—33), *Ascaltis Gegenbauri, Ascandra reticulum* (Taf. 20, Fig. 15—20),

Ascandra variabilis (Taf. 18, Fig. 13—15) und noch mehrere Andere. Bei einigen von diesen Arten sind die mundlosen, bei anderen dagegen die mündigen Formen häufiger. Viele von diesen mundlosen Ascon-Stöcken bilden Pseudostomata, einzelne auch ausgezeichnete Pseudogaster-Höhlen, welche nachher beim Intercanal-System besprochen werden sollen. Ob es auch natürliche Ascon-Arten giebt, welche constant nur mundlose solitäre Personen *(Clistolynthus)* bilden, ist mir zweifelhaft. Vielleicht gehört dahin *Clistolynthus vesicula* (System, p. 41).

Unter den Leuconen scheint es nur wenige Arten zu geben, bei denen die Lipostomie sich constant vererbt. Unter diesen ist besonders *Leucaltis crustacea* hervorzuheben, welche sowohl mundlose Personen *(Lipostomella)* als mundlose Stöcke *(Aphroceras)* bildet. Auch *Leucilla capsula* scheint stets mundlos zu sein (Taf. 24, Fig. 1). Die meisten lipostomen Formen unter den Leuconen aber gehören solchen natürlichen Arten an, welche ausserdem auch mündige Formen bilden. Auch hier, wie bei den entsprechenden Ascon-Arten, sind bald die mündigen, bald die mundlosen Formen häufiger. Ziemlich gleich häufig scheint der Mundverlust bei den Leuconen die solitären Personen und die socialen Stöcke zu treffen. Erstere Form *(Lipostomella)* findet sich häufig z. B. bei *Leucetta primigenia* (Taf. 21, Fig. 2, 12, 13), *Leucandra nivea*, seltener bei *Leucaltis solida*, *Leucaltis floridana* (Taf. 26, Fig. 5), *Leucandra aspera* (Taf. 35, Fig. 4), *Leucandra saccharata* (Taf. 38, Fig. 9, 10) und einigen anderen Arten. Die mundlose Stockform *(Aphroceras)* ist häufig zu beobachten bei *Leucetta primigenia* (Taf. 21, Fig. 6, 15) und *Leucandra nivea*, seltener bei *Leucaltis solida*, *Leucandra aspera* (Taf. 35, Fig. 8), *Leucandra saccharata* (Taf. 38, Fig. 12) und einigen Anderen; in sehr ausgezeichneter, Auloplegma ähnlicher Form bei *Leucetta corticata* (Taf. 22, Fig. 4).

Unter den Syconen, bei denen überhaupt die Lipostomie nur sehr selten vorkömmt, scheint sie sich niemals constant innerhalb einer natürlichen Species zu vererben. Allerdings habe ich von *Sycortis lingua* nur mundlose Personen *(Sycocystis)* und von *Sycandra ramosa* nur mundlose Stöcke *(Sycophyllum)* gesehen. Allein von der ersteren Art konnte ich nur drei, von der letzteren nur zwei Exemplare untersuchen. Diese Zahl ist zu gering, um darauf einen Schluss auf die Constanz der Lipostomie bei diesen beiden Arten zu begründen. Alle anderen lipostomen Sycon-Formen fand ich nur als Ausnahme bei solchen Arten, welche gewöhnlich mündige Personen oder Stöcke bildeten. So beobachtete ich mundlose Personen als seltene Ausnahme bei *Sycortis quadrangulata*, *Sycandra ciliata*, *S. compressa* (Taf. 57, Fig. 7, 8) und *S. utriculus* (Taf. 58, Fig. 4). Mundlose Sycon-Stöcke *(Sycophyllum)* sind äusserst selten. Ausser den beiden angeführten Exemplaren von *Sycandra ramosa* (Taf. 58, Fig. 8) habe ich nur ein paar Beispiele davon (unter vielen Hundert mündigen Exemplaren) bei *Sycandra ciliata* und *S. compressa* gesehen (Taf. 57, Fig. 21, 22).

Die Lipostomie der Kalkschwämme, wie der Spongien überhaupt, halte ich insofern für durch Anpassung erworben (nicht ursprünglich!), als ich die ursprüngliche Stammform aller Spongien für eine mit Mundöffnung versehene Person halte. Allerdings ist nun im Laufe der Zeit die durch Anpassung entstandene Lipostomie bei einigen Kalkschwämmen, insbesondere bei den angeführten Asconen (*Ascetta clathrus*, *Ascaltis cerebrum* etc.), und ebenso wohl auch bei vielen Kieselschwämmen, durch Vererbung so constant geworden, dass sie gegenwärtig ontogenetisch als eine ursprüngliche erscheint. Allein trotzdem halte ich dieselbe phylogenetisch für erworben, durch Anpassung secundär entstanden.

In vielen Fällen lässt sich der Mundverlust noch jetzt im Laufe der Ontogenese nachweisen. So führt namentlich O. SCHMIDT von *Holtenia Pourtalesii* an, dass die jungen Exemplare noch die Mundöffnung besitzen, welche die älteren verloren haben. Dasselbe ist bei *Sycandra utriculus* und *S. compressa* nachzuweisen. Daraus scheint sich mit ziemlicher Sicherheit der Schluss zu ergeben, dass die Abwesenheit des Osculum bei allen mundlosen Spongien nicht ursprünglich, sondern secundär durch Anpassung erworben ist, dass mithin hier kein primärer Mund-Mangel (*Astomia*), sondern ein secundärer Mund-Verlust (*Lipostomia*) vorliegt.

Die zugewachsene Stelle der früheren Mundöffnung ist bei vielen Spongien auch späterhin noch leicht zu erkennen. Bei *Euplectella speciosa* ist dieselbe durch eine zierliche Siebplatte, bei *Geodia gibberosa* und anderen Kieselschwämmen durch ein ähnliches gröberes oder feineres Sieb (oder ein „umwalltes Porenfeld", wie SCHMIDT es nennt) verschlossen. Bei den lipostomen Kalkschwämmen ist bisweilen die geschlossen bleibende dünne Mundhaut oder Oscular-Membran die Ursache des Verschlusses; gewöhnlich aber verdickt sich dieselbe oder es wächst die Magenwand in ihrer ganzen Dicke über der Mundöffnung zusammen.

Gastrocanal-System der Cormen.

Das Gastrocanal-System der Stöcke verhält sich zu demjenigen der solitären Personen bei den Kalkschwämmen im Allgemeinen ganz ähnlich wie bei den übrigen Pflanzenthieren. Die Höhlungen aller Personen, welche den Stock zusammensetzen, stehen mit einander direct oder indirect in Communication. An dem Aboral-Pole jeder Person besitzt ihre Magenhöhle eine Oeffnung, welche in die Magenhöhle einer anderen Person oder in die gemeinsame Höhlung des Cormus-Stammes hinüberführt.

Die Asconen verhalten sich in dieser Beziehung ganz ähnlich wie die Hydroid-Polypen. Zunächst sind hier diejenigen Ascon-Stöcke in Betracht zu ziehen, deren baumförmig verzweigte Aeste nicht anastomosiren, und bei denen jede Person des Stockes ihre eigene Mundöffnung besitzt. Es sind das diejenigen Formen, welche das künstliche System als Soleniscida bezeichnet (*Soleniscus*, *Solenula*, *Solenidium*). Ausgezeichnete Stöcke dieser Art, welche gewissen Hydroiden-Stöcken auffallend ähn-

lich sind, bilden namentlich *Ascilla gracilis* (Taf. 6, Fig. 3), *Ascortis Fabricii* (Taf. 11, Fig. 3), *Ascandra sertularia* (Taf. 17, Fig. 5), *Ascandra nitida* (Taf. 17, Fig. 7), *Ascandra variabilis* (Taf. 18, Fig. 6—9) und *Ascandra pinus* (Taf. 19). Die Aehnlichkeit dieser und vieler anderer Ascon-Stöcke mit vielen Hydroiden-Stöcken, mit Sertularien, Campanularien, Tubularien etc. ist überraschend gross, und würde vollständig sein, wenn jede Person an ihrer Mundöffnung einen Tentakel-Kranz besässe. Denkt man sich bei den angeführten Solenisciden jedes Osculum mit Tentakeln umgeben, so wird jeder unbefangene Beobachter dieselben für Hydroiden-Stöcke halten können.

Ebenso wie die Solenisciden unter den Asconen, verhalten sich die Amphorisciden unter den Leuconen. Bei allen Leuconen-Stöcken, welche das künstliche System als Amphoriscida zusammenfasst (*Amphoriscus*, *Amphorula*, *Amphoridium*), sind die Personen des Stockes frei, nicht mit einander verwachsen, und stehen nur an ihrer aboralen Basis durch eine Oeffnung der Magenhöhle mit einander in freier Communication. Jede Person hat ihr eigenes Osculum. Man vergleiche z. B. *Leucetta primigenia* (Taf. 21, Fig. 14), *Leucandra aspera* (Taf. 35, Fig. 7B, 9B) etc.

Unter den Syconen sind die Sycodendriden diejenigen, welche den Amphorisciden unter den Leuconen und den Solenisciden unter den Asconen entsprechen. Bei allen Sycon-Stöcken, welche im künstlichen System in der Gruppe Sycodendrida vereinigt sind (*Sycothamnus*, *Sycinula*, *Sycodendrum*) sind sämmtliche Personen des Stockes mit einer Mundöffnung versehen, nicht mit einander verwachsen und stehen bloss unten an der aboralen Basis mit einander in Zusammenhang, wo sich die Magenhöhle jeder Person in die Höhle einer anderen oder in die gemeinsame Höhle des Stockes öffnet; ganz ähnlich wie bei den Personen eines Corallen-Stockes. Man vergleiche z. B. *Sycaltis testipara* (Taf. 47, Fig. 3), *Sycandra compressa* (Taf. 57, Fig. 9—20); *Sycandra arborea* (Taf. 58, Fig. 7) etc.

Alle bisher hier angeführten Stöcke, die Solenisciden unter den Asconen, die Amphorisciden unter den Leuconen und die Sycodendriden unter den Syconen, stimmen in der Stockbildung wesentlich überein. Bei allen drei Gruppen sind am Cormus so viel Mundöffnungen vorhanden, als Personen denselben zusammensetzen. Die Personen bleiben frei, verwachsen nicht mit einander, und jede behält ihre eigenthümliche Mundöffnung. Sämmtliche Personen des Stockes stehen nur durch diejenige Oeffnung mit einander in offener Communication ihrer Magenhöhlen, welche sich an dem aboralen Pole jeder Person befindet. Alle diese Stockformen fasst das künstliche System in der Ordnung Cormograntiae zusammen.

Wesentlich verschieden verhält sich hingegen das Gastrocanal-System, und namentlich die Mundbildung desselben, bei denjenigen Kalkschwämmen, welche im künstlichen System die Ordnungen der Tarrograntiae und Coenograntiae zusammensetzen. Hier bleiben die Personen des Stockes nicht frei, sondern sie verwachsen mit einander an einer oder mehreren Stellen ihrer Dermalfläche, so dass ihre Magenhöhlen

nicht allein durch die aboralen Oeffnungen, sondern auch durch andere, in den Seitenwänden des Magens befindliche Oeffnungen in Communication treten. In Folge davon werden die Mundöffnungen theilweise rückgebildet oder kommen gar nicht zur Entwickelung. Es sind also am Stocke weniger Mundöffnungen vorhanden als Personen; bald finden sich mehrere Oscula (Tarrograntiae); bald nur ein einziges (Coenograntiae). Solche Stöcke kommen bloss in den beiden natürlichen Familien der Asconen und Leuconen zur Entwickelung, nicht aber bei den Syconen.

Die Ordnung der Tarrograntiae oder der gruppenmündigen Stöcke umfasst alle diejenigen Calcispongien-Cormen, welche zwar mehrere Mundöffnungen besitzen, bei denen jedoch die Zahl der Oscula geringer ist, als die Zahl der constituirenden Personen. Gewöhnlich erscheint der Cormus hier mehr oder weniger regelmässig aus mehreren einmündigen Personen-Gruppen zusammengesetzt; die Personen öffnen sich gruppenweise durch gemeinsame Mündungen; bald finden sich an der Oberfläche des Stockes zahlreiche, bald nur wenige Oscula.

Unter den Asconen sind die Tarrograntien durch die künstliche Familie der Tarromida vertreten *(Tarrus, Tarropsis, Tarroma)*. Ausgezeichnete Stöcke der Art bildet namentlich *Ascetta coriacea* (Taf. 3, Fig. 9—14), *Ascilla gracilis* (Taf. 6, Fig. 4), *Ascandra densa* (Taf. 17, Fig. 12), *Ascandra nitida* (Taf. 17, Fig. 13).

Unter den Leuconen werden die Tarrograntien durch die künstliche Familie der Artynida repräsentirt *(Artynas, Artynella, Artynium)*. Obwohl im Ganzen unter den Leuconen die Bildung solcher Stöcke viel seltener ist, als unter den Asconen, so finden sich doch bisweilen unter den ersteren Artyniden-Stöcke, welche vollständig den Tarromiden unter den letzteren gleichen. Man vergleiche namentlich *Leucetta sagittata* (Taf. 22, Fig. 2), *Leucandra alcicornis* (Taf. 37, Fig. 4), *Leucandra caminus* (Taf. 37, Fig. 6) und *Leucandra crambessa* (Taf. 37, Fig. 8).

Zu den interessantesten Formen gehören die einmündigen Stöcke, welche die Ordnung der Coenograntiae bilden (System, p. 401). Hier sind alle Personen, welche den Stock zusammensetzen, dergestalt mit einander verwachsen, dass sie nur eine einzige gemeinsame Mundöffnung besitzen. Der Stock erscheint demgemäss hier meistens dergestalt centralisirt, dass man ihn auf den ersten Blick für eine einzelne Person mit einer Mundöffnung halten kann. So ist auch in der That der häufigste der coenostomen Kalkschwämme, der Nardorus (die Nardoa von O. Schmidt), aufgefasst worden. Gewöhnlich erscheint der coenostome Stock als ein länglich-runder, eiförmiger oder birnförmiger Körper, welcher aus einem dichten Röhren-Geflecht besteht, mittelst eines kürzeren oder längeren Stieles an seiner aboralen Basis aufsitzt und an dem entgegengesetzten oralen Pole das gemeinsame Osculum trägt, welches oft rüsselförmig verlängert ist. Die Coenograntien sind auch desshalb von Interesse, weil sie uns an die Asteriden erinnern, die „einmündigen, sternförmigen Stöcke von gegliederten Würmern", welche ich als die Stammformen der Echinodermen auffasse).

Man kann vielleicht alle diese coenostomen Thierstöcke allgemein passend als Coenobien bezeichnen. Die mehr oder weniger ausgesprochene Centralisation des Coenobium erhebt dasselbe auf eine höhere Individualitäts-Stufe.

Unter den Asconen sind die Coenograntien durch die künstliche Familie der Nardopsida vertreten *(Nardorus, Nardopsis, Nardoma)*. Die sehr characteristische Stockform derselben findet sich bei vielen sehr verschiedenen natürlichen Arten in auffallend ähnlicher Gestalt. Man vergleiche z. B. die einmündigen Cormen von *Ascetta primordialis* (Taf. 2, Fig. 5—7), *Ascetta coriacea* (Taf. 3, Fig. 21—26), *Ascilla gracilis* (Taf. 6, Fig. 5), *Ascortis lacunosa* (Taf. 11, Fig. 2), *Ascortis horrida* (Taf. 11, Fig. 1), *Ascandra nitida* (Taf. 17, Fig. 10), *Ascandra variabilis* (Taf. 18, Fig. 12) und *Ascandra reticulum* (Taf. 20, Fig. 12).

Unter den Leuconen werden die Coenograntien durch die künstliche Familie der Coenostomida *(Coenostomus, Coenostomella, Coenostomium)* vertreten. Auch hier entstehen durch die Concrescenz der Personen und die Reduction der Oscula auf eine einzige gemeinsame Mundöffnung sehr eigenthümliche Formen, welche den Nardopsiden unter den Asconen oft zum Verwechseln ähnlich sind. So vergleiche man namentlich die Coenostomiden-Form von *Leucetta primigenia* (Taf. 21, Fig. 4), *Leucyssa spongilla* (Taf. 25, Fig. 11, 12), *Leucandra alcicornis* (Taf. 37, Fig. 3), *Leucandra caminus* (Taf. 37, Fig. 5) und *Leucandra crambessa* (Taf. 37, Fig. 7)[1].

Die Mannichfaltigkeit verschiedener Stock-Formen, welche durch diese Verwachsung der Personen und die Reduction ihrer Mundöffnungen entsteht, wird nun dadurch noch grösser, dass die Oscula der gruppenmündigen und der einmündigen Stöcke, ebenso wie die Oscula der vielmündigen Stöcke (bei denen jede Person ihre eigene Mundöffnung hat) bald nackt, bald rüsselförmig, bald bekränzt sein können. Diese mannichfaltigen Verschiedenheiten benutzt das künstliche System zur Unterscheidung und Characteristik seiner Gattungen. Zu den eben characterisirten drei Ordnungen der vielmündigen Stöcke *(Cormograntiae)*, der gruppenmündigen Stöcke *(Tarrograntiae)* und der einmündigen Stöcke *(Coenograntiae)* kommen dann noch die früher erörterten mundlosen Stöcke *(Cophograntiae)* und die merkwürdigen Stöcke, welche Personen mit verschiedenartig differenzirter Mundöffnung auf sich vereinigt tragen *(Metrograntiae)*. Diese letzteren sind unter den Asconen durch die Gattung *Ascometra* vertreten (Taf. 2, Fig. 17; Taf. 9, Fig. 4); unter den Leuconen durch die Gattung *Leucometra* (Taf. 21, Fig. 5; Taf. 35, Fig. 9); unter den Syconen durch die Gattung *Sycometra* (Taf. 57, Fig. 23—25; Taf. 58, Fig. 9). Die relative Frequenz der verschiedenartigen Mundformen und Stockformen in den drei natürlichen Familien der Kalkschwämme wird durch die nachstehende Tabelle übersichtlich.

---

1) *Coenostomium spongilla* (Taf. 25, Fig. 11, 12) ist im Systeme des zweiten Bandes (p. 137 und 406) aus Versehen als *Artynium spongilla* aufgeführt.

Tabellarische Uebersicht der 39 Genera des künstlichen Systems, mit Angabe der Zahl der künstlichen Species in jeder Gattung.

Ordines	Individualität und Beschaffenheit der Mundöffnung.	I. **Ascones.** Calcispongien mit Poral-Tuben.	II. **Leucones.** Calcispongien mit Ramal-Tuben.	III. **Sycones.** Calcispongien mit Radial-Tuben.
Dorograntiae	Eine nacktmündige Person.	Olynthus 15.	Dyssycus 23.	Sycurus 25.
	Eine rüsselmündige Person.	Olynthella 2.	Dyssyconella 7.	Syconella 9.
	Eine kranzmündige Person.	Olynthium 2.	Dyssycarium 6.	Sycarium 15.
Cystograntiae	Eine mundlose Person.	Clistolynthus 10.	Lipostomella 14.	Sycocystis 5.
Cormograntiae	Ein Stock mit lauter nacktmündigen Personen.	Soleniscus 23.	Amphoriscus 13.	Sycothamnus 7.
	Ein Stock mit lauter rüsselmündigen Personen.	Solenula 2.	Amphorula 4.	Sycinula 4.
	Ein Stock mit lauter kranzmündigen Personen.	Solenidium 2.	Amphoridium 3.	Sycodendrum 5.
Coenograntiae	Ein Stock mit einer einzigen nackten Mundöffnung.	Nardorus 10.	Coenostomus 4.	—
	Ein Stock mit einer einzigen rüsselförmigen Mundöffnung.	Nardopsis 3.	Coenostomella 2.	—
	Ein Stock mit einer einzigen bekränzten Mundöffnung.	Nardoma 2.	Coenostomium 1.	—
Tarrograntiae	Ein Stock mit nackten Gruppen-Mündungen.	Tarrus 11.	Artynas 5.	—
	Ein Stock mit rüsselförmigen Gruppen-Mündungen.	Tarropsis 2.	Artynella 1.	—
	Ein Stock mit bekränzten Gruppen-Mündungen.	Tarroma 2.	Artynium 2.	—
Cophograntiae	Ein mundloser Stock.	Auloplegma 20.	Aphroceras 11.	Sycophyllum 3.
Metrograntiae	Ein Stock mit differenzirten Mundöffnungen.	Ascometra 7.	Leucometra 5.	Sycometra 2.
	Summa der Species	Ascones 113.	Leucones 101.	Sycones 75.

b. Das Intercanal-System oder Intervascular-System.

Als Intercanal-System oder Intervascular-System bezeichne ich ein höchst merkwürdiges System von Hohlräumen, welches den Körper vieler Kalkschwämme sowohl, als auch vieler anderer Schwämme durchzieht und oft eine grosse Rolle spielt, welches aber von den bisherigen Spongiologen gewöhnlich gänzlich übersehen oder für einen Theil des Gastrovascular-Systems gehalten oder auch sonst irrthümlich gedeutet worden ist. Das ausserordentliche morphologische und physiologische Interesse, welches sich an dieses Intercanal-System knüpft, liegt darin, dass canalartige Hohlräume, welche ursprünglich gar nicht zum Spongien-Körper gehören, in Folge eigenthümlicher Verwachsungs-Verhältnisse sich zu integrirenden Körperbestandtheilen gestalten, welche sowohl in morphologischer als in physiologischer Beziehung eine bestimmte organologische Rolle spielen und zur Bildung höchst characteristischer künstlicher Species-Formen führen. Diese Hohlräume, die Intercanäle oder Zwischencanäle, sind ursprünglich weiter nichts, als oberflächliche, mit Seewasser gefüllte Lücken, welche zwischen Ausbuchtungen oder anastomosirenden Aesten des Schwammkörpers übrig bleiben. Indem aber jene Ausbuchtungen sich mächtig entwickeln und mit einander partiell verschmelzen, oder indem die Anastomosen dieser Aeste sich massenhaft vermehren und die Bildung complexer Geflechte veranlassen, gelangen die dazwischen übrig bleibenden äusseren Lücken immer tiefer in die Körper-Masse hinein und entwickeln sich zu Hohlräumen von bestimmter und sehr characteristischer Gestalt, welche als innere constituirende Organe des Körpers imponiren. Diese inneren, ursprünglich äusseren Intercanal-Räume nehmen nicht allein die Form von verästelten oder anastomosirenden Canälen an, welche sehr leicht mit den wahren Gastrovascular-Canälen des Spongien-Körpers verwechselt werden können und gewöhnlich auch wirklich verwechselt worden sind; sondern sie ahmen sogar Bildungen nach, welche den wahren Magenhöhlen und Mundöffnungen täuschend ähnlich und ebenfalls mit diesen verwechselt worden sind.

Die Lösung der Räthsel, welche diese wunderbaren Gebilde stellen, und das Verständniss ihrer wahren Bedeutung kann natürlich nur durch die Entwickelungsgeschichte gegeben werden, und diese hat mir in der That gestattet, dieselben mit voller Sicherheit so zu deuten, wie es in der nachfolgenden Darstellung geschieht. In physiologischer Beziehung fungiren die Theile des Intercanal-Systems nach der bisherigen Anschauung theils als „Einströmungscanäle", theils als „Ausströmungscanäle". In histologischer Beziehung ist ausdrücklich hervorzuheben, was eigentlich freilich selbstverständlich ist, dass sämmtliche Flächen des Intercanal-Systems stets nur von dem Syncytium des Exoderms, niemals von dem Geissel-Epithel des Entoderms begrenzt und überzogen werden. Schon dadurch unterscheidet sich das Intercanal-System (ganz abgesehen von der völlig verschiedenen

Genese) wesentlich von dem wahren Gastrovascular-System, dessen Flächen ursprünglich ganz, später immer wenigstens zu einem gewissen Theile, von dem Geissel-Epithel des Entoderms ausgekleidet sind.

Bei allen drei Familien der Kalkschwämme, bei den Asconen, Leuconen und Syconen, entwickelt sich das Intercanal-System in eigenthümlicher Weise, und es ist daher am gerathensten, die characteristische Bildung desselben in diesen drei Gruppen gesondert zu betrachten.

1. Das Intercanal-System der Asconen.

Die grösste Entwickelung und die eigenthümlichste Differenzirung erreicht das Intercanal-System unter allen Spongien bei den Asconen oder Microporeuten. Das Gastrovascular-System bleibt in dieser Familie, wie vorher bereits erläutert worden ist, insofern stets ganz einfach, als die dünnwandigen, einfachen oder verästelten Röhren, welche den Ascon-Körper zusammensetzen, immer die ursprüngliche einfache Structur der dünnen Magenwand beibehalten; immer bleibt diese nur von einfachen, inconstanten Lochcanälen oder Poral-Tuben durchbohrt; niemals entwickeln sich daraus constante oder verästelte Canäle. In auffallendem Gegensatz hierzu entwickelt sich nun bei vielen Ascon-Arten ein höchst eigenthümliches und specifisch-differenzirtes Intercanal-System, und zwar immer dadurch, dass die Zwischenräume zwischen einem Geflecht von anastomosirenden Röhren sich zu constanten Intercanälen gestalten. Selbstverständlich kann demnach das Intervascular-System in der Familie der Asconen sich stets nur bei Stöcken oder Cormen, niemals bei solitären Personen entwickeln. Die wichtigsten Formen, welche dieses merkwürdige Intercanal-System bei den Asconen bildet, sind dargestellt auf Taf. 2, 3, 8 und 20, weniger bedeutende Formen auf Taf. 4, 6, 9, 11, 17 und 18.

In den meisten Fällen bilden diejenigen Ascon-Stöcke, bei welchen das Intercanal-System sich stark entwickelt, einfache rundliche Klumpen von fein „schwammigem" Aussehen. Die Form dieser „spongiösen" Klumpen ist bald sehr regelmässig: kugelig, eiförmig, birnförmig, spindelförmig; bald mehr oder weniger unregelmässig. Mit blossem Auge betrachtet, erscheinen diese Klumpen an der Oberfläche von sehr feinen Löchern durchbohrt, welche gewöhnlich für echte Poren gehalten worden sind. Diese falschen Poren oder Scheinporen *(Pseudopori)* führen in ein weiteres oder engeres Netz von sehr feinen anastomosirenden Canälen, welche bald den ganzen Schwammkörper gleichmässig und oft sehr regelmässig durchziehen, bald dagegen in eine grössere centrale Höhle münden. Diese Canäle sind nicht wahre Canäle des Gastrovascular-Systems, sondern netzförmige Scheingefässe *(Intercanales)*; die anastomosirenden Balken zwischen diesen Intercanälen sind hohl und inwendig mit Geissel-Epithel belegt; sie sind die wahren Darmcanäle oder Magenröhren des Gastrovascular-Systems. Die grosse Central-Höhle, in welche

die Intercanäle häufig einmünden (Taf. 2, Fig. 9, 11; Taf. 8, Fig. 8, 9; Taf. 20, Fig. 15, 17) ist nicht, wie es den Anschein hat, eine centrale Magenhöhle, sondern ein Scheinmagen *(Pseudogaster)* und die grosse Oeffnung, durch welche dieser gewöhnlich ausmündet, ist nicht, wie es scheint, die wahre Mundöffnung *(Osculum)*, sondern ein Scheinmund *(Pseudostoma)*.

Die Ascon-Stöcke, bei welchen sich als Centrum des Intercanal-Systems eine Pseudogaster mit Pseudostom entwickelt, sind stets mundlose Stöcke *(Auloplegma)*. Diejenigen Ascon-Stöcke mit Intercanal-System hingegen, bei denen es nicht zur Bildung von Pseudogaster und Pseudostom kommt, können entweder mundlose Stöcke sein, oder sie können eine einzige Mundöffnung besitzen *(Nardopsida)*, oder mehrere Mundöffnungen *(Tarromida)*; bisweilen kann auch ein Theil eines solchen Stockes mundlos sein, ein anderer Theil desselben mit Mundöffnungen versehen *(Ascometrida)*. Auf diese vier künstlichen Familien der Asconen-Gruppe, auf die Auloplegmiden, Nardopsiden, Tarromiden und Ascometriden, bleibt die Ausbildung eines differenzirten Intercanal-Systems beschränkt. In geringer Entwickelung kommt dasselbe bisweilen auch bei Solenisciden vor. Die ausgezeichnetsten Formen liefert das Genus *Auloplegma*.

Im Ganzen kommt die Entwickelung dieser Ascon-Stöcke mit Intercanal-System so häufig vor, und bei so verschiedenen natürlichen Arten der Ascon-Familie, dass dieselben schon von den früheren Spongiologen vielfach beobachtet worden sind. In der neueren Literatur gehen sie gewöhnlich unter dem Namen *Nardoa*, welcher von O. Schmidt einer dieser Formen beigelegt worden ist. Die älteste deutliche Beschreibung und Abbildung einer solchen Form hat Johnston unter der Bezeichnung *Grantia lacunosa* mit folgender Diagnose gegeben: „Sponge half an inch in hight, flabellate, pedicled, entire or undivided, white, greatly compressed; the sides perforated with numerous irregularly elliptical holes or vents, so as to give a lacunose appearence to the dried specimen; structure compact, friable, when dry; spicula all triradiate. The remarkable character afforded by the numerous large holes in the sides, so unlike the fecal orifices of the other species, distinguishes this at once, and removes the suspicion of its being a variety of any other“ [1]). Die hier von Johnston beschriebene Form ist dieselbe, welche ich im natürlichen System als *Ascortis lacunosa* (p. 70); im künstlichen System als *Nardorus lacunosus* (p. 401) beschrieben und abgebildet habe (Taf. 11, Fig. 2).

Die zweite Beschreibung eines solchen Kalkschwammes gab zwanzig Jahre später Oscar Schmidt [2]). Er gründete für diese Form die besondere Gattung *Nardoa*, welche er damals folgendermassen characterisirte: „Calcispongiae superficie lacunosa vel favosa, canalibus sinuosis amplioribus parietes corporis perforantibus. Parenchyma

1) Johnston, Brit. Spong. 1842, p. 176, pl. XX, Fig. 2, 3.

2) Oscar Schmidt, Adriat. Spong. 1862, p. 18, Taf. 1, Fig. 8.

fragilius." Dann fügt er hinzu: „Bei den vorhergehenden Gattungen (— d. h. bei allen anderen Kalkschwämmen —) sind die Körperwandungen in der Art solid, dass auf ihrer Oberfläche sich nur die mikroskopischen Einströmungslöcher vorfinden und in ihnen nur die erst weiter im Inneren sich ausdehnenden Canäle mit den Wimper-Apparaten verlaufen. JOHNSTON'S *Grantia lacunosa* und meine neue dalmatinische Art (*Nardoa reticulum*) verhalten sich anders, indem die Wandungen aus einem labyrinthischen lückenreichen Geflecht bestehen. Man sieht die Oeffnungen und Vertiefungen mit blossen Augen und kann, wenn man ein Stück des Schwammes ausschneidet und gegen das Licht hält, die Gänge bis zur Einmündung in die Centralhöhle verfolgen. Die Schwammsubstanz ist sehr zerreisslich; es bleiben nach Auflösung der verhältnissmässig kleinen Kalkgebilde nur äusserst zarte organische Wandungen übrig." In der Speciesbeschreibung der adriatischen *Nardoa reticulum* (wahrscheinlich einer generischen Varietät unserer *Ascandra reticulum*, System, p. 87) wird dann noch hinzugefügt, dass aus dem unregelmässigen Centralsinus ein sehr dünnwandiger Ausströmungstubus nach aussen führt.

Die dritte Beschreibung eines ähnlichen Ascon-Stockes gab 1864 KÖLLIKER, der ihn auch zum ersten Male genauer histologisch untersuchte. Diese bei Nizza gesammelte und *Nardoa spongiosa* genannte Form (wahrscheinlich unsere *Ascaltis cerebrum* oder *A. Gegenbauri*) wird folgendermassen beschrieben[1]: „Der ganze Schwamm, der unregelmässig platt oder kugelig von Gestalt und mit einer bald grösseren, bald kleineren Fläche festgewachsen ist, besteht aus einem dichten Netze von sehr verschieden geformten Balken, die labyrinthische Lücken und Gänge der mannichfachsten Gestalt umschliessen. Eine eigentliche Centralhöhle mit einem grösseren Ausströmungsloche fehlt ganz entschieden. Alle Lücken und Gänge zwischen den Balken, die mit zahlreichen Löchern und Spalten aussen münden und vom blossen Auge leicht zu sehen sind, sind Ausströmungscanäle und entsprechen der grossen Centralhöhle von Sycon. Von Einströmungscanälen sieht man auf den ersten Blick Nichts. An Schnittflächen und bei der mikroskopischen Untersuchung überzeugt man sich dagegen leicht, dass dieselben hier eine sehr merkwürdige Anordnung zeigen. Alle Balken ohne Ausnahme sind hohl und nichts als dünnwandige Röhren, die von einem schönen Flimmer-Epithel ausgekleidet ein Netz von Wimpercanälen darstellen, wie es noch bei keiner Spongie gesehen ist. Nach Einströmungslöchern und Einmündungen der flimmernden Gänge in die Ausströmungscanäle wurde dagegen vergeblich gesucht." (Die beigegebene Fig. 6 und 7 (l. c.) ist eine vortreffliche Abbildung eines Auloplegma-Schnittes.) Obgleich nun KÖLLIKER den feineren Bau der Röhren dieser *Nardoa spongiosa* sehr genau untersuchte und dabei genau zu denselben Resultaten kam, wie früher LIEBERKÜHN bei den unmittelbar verwandten Soleniscus-Stöcken seiner *Grantia botryoides* (= *Ascandra complicata*, H.

1) KÖLLIKER, Icones histolog. I. Heft, 1864, p. 63; Taf. IX, Fig. 6—8).

und *A. Lieberkühnii*, H.), wurde ihm dennoch die völlige Uebereinstimmung im Bau beider Schwämme nicht klar. Er erkannte nicht, dass die „hohlen, inwendig flimmernden Röhren" der netzförmigen *Nardoa* nichts Anderes sind, als die verzweigten und anastomosirenden Röhren des baumförmigen *Soleniscus*. In der That sind aber die „Ausströmungscanäle, welche der grossen Centralhöhle von *Sycon* entsprechen" sollen, weiter Nichts als Intercanäle, und das „Netz von Wimpercanälen, wie es noch bei keiner Spongie gesehen ist", ist das Netz der anastomosirenden Magenröhren, dasselbe System von Flimmer-Canälen, welches sich bei allen geflechtbildenden Ascon-Stöcken findet.

Dass Kölliker's Darstellung vom Bau der *Nardoa spongiosa* wirklich in dieser einfachen Weise zu deuten sei, daran habe ich nach meinen zahlreichen Beobachtungen an ähnlichen *Auloplegma*-Stöcken (namentlich von *Ascaltis cerebrum*, Taf. 8) nicht den geringsten Zweifel. Auch Lieberkühn hat sich bereits dieser Deutung genähert, indem er (1865) die Bemerkung macht: „Einströmungscanäle, die das Wasser durchlaufen muss, ehe es zu den Einströmungslöchern gelangt, kommen eigentlich schon bei den Grantien (= Asconen, H.) vor, nämlich dann, wenn die Fäden des Netzwerkes der Hohlcylinder mit ihrer Aussenfläche mehr an einander rücken und die Maschen des nicht bloss in der Fläche ausgebreiteten Netzwerkes ungewöhnlich enge werden. Sind die Fäden des Netzwerkes viel feiner und die Maschen viel kleiner als bei Grantien, die Ausströmungsröhre ausserdem nicht an die freien Enden hervorragender Cylinder verlegt, sondern bereits im Innern des Netzwerkes selbst auslaufend: so entsteht ein Labyrinth von Ausströmungscanälen, wie es Kölliker von der *Nardoa* beschreibt" [1]).

Die vorher erwähnte *Grantia (Ascortis) lacunosa* von der britischen Küste, *Nardoa lacunosa* von Schmidt, hat später noch einmal Bowerbank beschrieben und als *Leucosolenia lacunosa* folgendermassen characterisirt: „Sponge massive, more or less elliptical, pedicelled; surface smooth; fistulae tortuous. Cloaca inarmed internally; mouth simple, single and unarmed. Pores inconspicuous" [2]). Dieselbe Form hat dann auch Gray (l. c. p. 555) als „Massive" characterisirt. Wenn Bowerbank die Structur seiner *Leucosolenia lacunosa* (= *Nardorus lacunosus*, H.) richtig verstanden hätte, so hätte er die „fistulae tortuous" nicht in Gegensatz zu der „central cloacal cavity" bringen, sondern die anastomosirenden Höhlungen der ersteren für „cloacal cavities continous" erklären müssen, wie er es bei den nächstverwandten *Leucosolenia contorta* und *L. coriacea* that.

In den meisten Fällen ist offenbar, wie aus den angeführten Stellen hervorgeht, das Intercanal-System der Ascon-Stöcke schon desshalb nicht richtig verstanden worden, weil die Autoren sich irre führen liessen durch die unglücklichen Kunst-

1) Lieberkühn, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1865, p. 744.

2) Bowerbank, Brit. Spong. Vol. II, p. 32.

ausdrücke der „Einströmungscanäle und Ausströmungscanäle", welche überhaupt eine Menge falscher Vorstellungen erzeugt und grosse Verwirrung in der Spongien-Literatur angerichtet haben. Diese physiologischen Begriffe sollten niemals mehr bei morphologischer Deutung der Organe gebraucht werden. Ausserdem fehlte den Spongiologen der feste morphologische Begriff der Magenhöhle und der Mundöffnung und das ontogenetische Verständniss derselben, mit dessen Hülfe allein sie sich richtig hätten orientiren können. Bei den Auloplegma-Stöcken mit entwickelten Intercanälen fungiren diese letzteren ebenso wohl als Einströmungs-, wie als Ausströmungs-Canäle. Da nun auch die Lipostomie dieser Stöcke von den Autoren nicht erkannt, und doch vergeblich nach Oscula gesucht wurde, da ferner allgemein die Pseudostomata mit Oscula verwechselt wurden, so ist es nicht zu verwundern, dass die ganze Bedeutung des Intercanal-Systems den meisten Autoren völlig verborgen blieb.

Die Pseudocanäle oder Intercanäle der Asconen.

Um zu einem richtigen Verständniss des Intercanal-Systems bei den Asconen zu gelangen, muss man von den einfachsten Formen desselben ausgehen, wie sie z. B. von *Ascetta coriacea* auf Taf. 3, Fig. 4, 5, 8—12, 21—24, von *Ascandra variabilis* auf Taf. 18, Fig. 8, 11, 12, 15, und schematisch von *Ascandra reticulum* auf Taf. 20, Fig. 11—18 abgebildet sind. In letzteren Figuren ist das Entoderm, welches die Innenfläche der Gastrocanäle auskleidet, mit rother Farbe, das Lumen des Gastrocanal-Systems schwarz, dagegen das Exoderm, welches die Innenfläche der Intercanäle auskleidet, mit blauer Farbe und das Lumen des Intercanal-Systems weiss dargestellt.

Die Intercanäle oder Pseudocanäle sind zwar bei den Asconen in allen Fällen Lücken, welche zwischen anastomosirenden Röhren von netzförmigen oder geflechtartigen Ascon-Stöcken bleiben. Indessen können dieselben doch auf zweierlei verschiedene Weise entstehen, nämlich entweder I. durch secundäre Concrescenz, oder II. durch longitudinale Theilung der Röhren (oder Personen). Im ersten Falle treten zwei oder mehrere, ursprünglich getrennte Röhren (Personen) von einem Stocke (oder von mehreren verschiedenen Stöcken) in Berührung und verwachsen an der Berührungsstelle mit einander, worauf ihre Lumina in offene Communication treten (Taf. 2, Fig. 8, 9, 11, 12, 23, 24; Taf. 20, Fig. 8, 11, 18). Im zweiten Falle zerfällt eine Röhre durch longitudinale Theilung in zwei, ringförmig an ihren Enden communicirende Röhren, indem sich der Längsaxe der ursprünglichen Röhre parallel, an deren Aussenfläche, zwei parallele, einander gegenüberstehende Längsfurchen bilden, die immer tiefer werden und endlich zu einer vollständigen Trennung der beiden abgeschnürten Hälften führen; nur an beiden Enden bleiben die Hälften verbunden (Taf. 3, Fig. 4, 5, 21, 22; Taf. 20, Fig. 12, 15). In beiden Fällen entsteht zwischen

den anastomosirenden Röhren eine Lücke, und indem derselbe Process sich vielfach wiederholt, bildet sich zwischen dem so entstehenden Röhrengeflecht ein ebenfalls geflechtähnliches System von communicirenden Lücken, welches jenem Röhrengeflecht täuschend ähnlich sein kann. In der That ist es in sehr vielen Fällen ganz unmöglich, auf dem Durchschnitt eines solchen, aus einem Geflecht von anastomosirenden Röhren bestehenden Ascon-Stockes zu sagen, welche von den Hohlräumen und Lücken der Durchschnitts-Fläche zu dem wahren Gastrocanal-System, welche zu dem falschen Intercanal-System gehören. Erst mit Hülfe starker Vergrösserung wird diese Unterscheidung möglich. Man orientirt sich dann einfach durch die Lagerung des Entoderms. Diejenigen Hohlräume, welche durch das Geissel-Epithel des Entoderms ausgekleidet werden, sind echte Canäle des Gastrocanal-Systems; die dazwischen liegenden Hohlräume, welche bloss von dem Syncytium des Exoderms ausgekleidet werden, sind falsche Canäle des Intercanal-Systems.

Bei vielen Ascon-Stöcken verhalten sich diese Intercanäle bezüglich ihrer Grösse, Form und Verbindungsweise so merkwürdig regelmässig und völlig gleich den Gastrocanälen, dass eben nur auf dem zuletzt erwähnten Wege die Unterscheidung beider möglich wird (z. B. Taf. 2, Fig. 9, 16; Taf. 3, Fig. 14, 18, 30, 33; Taf. 8, Fig. 5, 6). In anderen Fällen dagegen sind die beiderlei Canäle leicht und schon mit blossem Auge zu unterscheiden, indem die Intercanäle unregelmässiger gebildet und von ungleicherem Durchmesser sind, als die Gastrocanäle; erstere sind meistens weiter, seltener enger als letztere (z. B. Taf. 2, Fig. 6, 11; Taf. 3, Fig. 27, 29; Taf. 4, Fig. 2, 3; Taf. 18, Fig. 11, 12; Taf, 20, Fig. 17, 18). Wenn das Röhrengeflecht sehr locker und weitläufig ist (wie bei *Ascetta clathrus*, var. *clathrina*, Taf. 4, Fig. 2, und wie gewöhnlich bei *Ascandra variabilis*, Taf. 18, Fig. 11, 12), dann sind natürlich die Intercanäle grosse und meist sehr unregelmässige Hohlräume. Auf der anderen Seite können die Intercanäle zu engen Spalten reducirt oder selbst fast zum Verschwinden gebracht werden, indem sich die Gastrocanäle des Röhrengeflechts abplatten und eng an einander legen (so z. B. bei einer Varietät von *Ascetta primordialis*, Taf. 2, Fig. 13, bei *Ascetta clathrus*, var. *labyrinthus*, Taf. 4, Fig. 1). Diese beiden extremen Formen können aber auch bisweilen ganz plötzlich und unvermittelt in einander übergehen, wie es bei der merkwürdigen *Ascetta clathrus*, var. *mirabilis* der Fall ist (Taf. 4, Fig. 3; System, p. 31—33).

Die Ausbildung der Intercanäle ist gewöhnlich bei den Ascon-Stöcken (mit Ausnahme derjenigen Auloplegma-Cormen, welche eine Pseudogaster mit Pseudostom entwickeln) unabhängig davon, ob dieselben gar keine Mundöffnung besitzen *(Auloplegma)*, oder ob der geflochtene Ascon-Stock eine einzige gemeinsame Mundöffnung besitzt *(Nardopsida)* oder mehrere Oscula *(Tarromida)*. Man vergleiche in dieser Beziehung das mundlose Intercanal-System von *Auloplegma primordiale* (Taf. 2, Fig. 12—16); *A. coriaceum* (Taf. 3, Fig. 27—33); und *A. reticulum* (Taf. 20,

Fig. 15—20); ferner die einmündigen geflochtenen Stöcke von *Nardorus primordialis* (Taf. 2, Fig. 5—7); *N. coriaceus* (Taf. 3, Fig. 21—24) und *N. reticulum* (Taf. 20, Fig. 12, 13); *Nardopsis densa* (Taf. 17, Fig. 9); *Nardoma nitidum* (Taf. 17, Fig. 10); und endlich die gruppenmündigen geflochtenen Stöcke von *Tarrus primordialis* (Taf. 2, Fig. 4); *T. coriaceus* (Taf. 3, Fig. 21—24) und *T. variabilis* (Taf. 18, Fig. 11); *Tarropsis densa* (Taf. 17, Fig. 12) und *Tarroma nitidum* (Taf. 17, Fig. 13).

Pseudoporen und Pseudodermal-Ostien.

Bei allen denjenigen geflochtenen Ascon-Stöcken, bei welchen das System der Intercanäle sehr entwickelt, die Maschen des Flechtwerks eng, die Canäle und Intercanäle kurz und das Geflecht daher dicht ist, erscheinen an der äusseren Oberfläche desselben die Eingänge in das Intercanal-System als mehr oder weniger enge, kleine, oft sehr dicht und regelmässig gestellte Löcher. Diese äusseren Mündungen der oberflächlich gelegenen Intercanäle nenne ich Pseudoporen oder Pseudodermal-Ostien, weil sie den wahren Dermal-Poren und den wahren Dermal-Ostien der Leuconen sehr ähnlich, oft zum Verwechseln ähnlich sind. Ich habe anfänglich selbst viele dicke Auloplegma-Stöcke, welche einen dicht geflochtenen rundlichen Klumpen mit sehr engem Intercanal-System und sehr feinen Pseudoporen bildeten, irrthümlich für lipostome und lipogastrische Leucon-Personen *(Lipostomella)* gehalten, indem ich das dichte Geflecht der nicht unterscheidbaren Gastrocanäle und Intercanäle für ein Geflecht von anastomosirenden Ramal-Canälen, und die Pseudoporen oder Pseudodermal-Ostien für wahre Dermal-Poren oder Dermal-Ostien hielt.

Pseudoporen, oder genauer Pseudodermal-Poren, können diese oberflächlichen Mündungen des Intercanal-Systems dann genannt werden, wenn dieselben sehr klein und mit blossem Auge nicht sichtbar sind (wie die echten Poren); Pseudodermal-Ostien können sie dagegen heissen, wenn sie grösser und mit blossem Auge gut sichtbar sind. Man kann aber auch beiderlei Formen, die grösseren und die kleineren, kurzweg Pseudoporen nennen.

Am regelmässigsten erscheinen die Pseudoporen gewöhnlich bei jenen Auloplegma-Stöcken entwickelt, welche eine Pseudogaster mit Pseudostom entwickeln. Hier platten sich bisweilen diejenigen Gastrocanäle, welche die Oberfläche des dichtgeflochtenen Stockes begrenzen, dergestalt bandförmig ab und lassen nur so enge und kleine Löcher zwischen sich, dass die letzteren als äusserst feine und ganz regelmässig vertheilte Poren in einer zusammenhängenden glatten Dermal-Membran erscheinen. Ausgezeichnete derartige Stöcke, welche sehr leicht mit Leucon-Personen verwechselt werden könnten, habe ich namentlich bei *Ascetta primordialis* (Taf. 2, Fig. 8, 10, 12, 13) und bei *Ascaltis cerebrum* gefunden (Taf 8, Fig. 6—13). Die scheinbare Dermal-Membran ist nur das membranähnliche Geflecht der oberflächlichsten

Röhren des Stockes. Bisweilen erscheint diese Pseudodermal-Membran sogar ganz solid, indem die Pseudoporen mikroskopisch klein werden (Taf. 2, Fig. 15).

Bei der Mehrzahl der geflochtenen Ascon-Stöcke sind dagegen die Pseudodermal-Ostien grösser und meist auch unregelmässiger, und können bei einiger Uebung in der Untersuchung solcher Stöcke leicht in ihrer wahren Natur erkannt werden.

Pseudogaster oder Scheinmagen.

Die merkwürdigste Ausbildung erreicht das Intercanal-System bei jenen geflochtenen Ascon-Stöcken, bei denen sich mitten im Centrum des Röhren-Geflechts eine grössere Höhlung mit einer besonderen grossen Oeffnung ausbildet. Da die Central-Höhle eines solchen Ascon-Stockes auffallend der wahren Magenhöhle einer Leucon-Person gleicht, die grosse äussere Oeffnung der ersteren ebenso der Mundöffnung der letzteren, so benenne ich jene Höhlung Scheinmagen *(Pseudogaster)* und ihre grosse Oeffnung Scheinmund *(Pseudostoma)*.

Alle Ascon-Stöcke, bei welchen sich eine Pseudogaster mit Pseudostom ausbildet, entbehren der wahren Mundöffnungen oder Oscula, und gehören demnach zu dem Genus *Auloplegma* meines künstlichen Systems. Es ist aber sehr bemerkenswerth, dass diese merkwürdige Bildung keineswegs bei allen, sondern nur bei einigen Arten dieses Genus vorkommt. Bei vielen Arten, von denen ich sehr zahlreiche (von manchen über Hundert) Auloplegma-Stöcke untersucht habe, ist mir niemals eine Pseudogaster vorgekommen. So habe ich z. B. bei *Ascetta coriacea* und *A. clathrus*, von denen ich mehrere hundert Stöcke untersucht habe, niemals die Spur einer Pseudogaster gefunden, während die nahe verwandte *Ascetta primordialis* (Taf. 2, Fig. 8—11) diese Bildung ausgezeichnet schön entwickelt. Ebenso entwickelt findet man sie auch bei *Ascaltis cerebrum* (Taf. 8, Fig. 7—9) und bei *A. Darwinii*, während die nächstverwandte *A. canariensis* sie niemals zeigt. Vorzüglich schön ist auch die Pseudogaster bei *Ascandra reticulum* entwickelt (Taf. 20, Fig. 15—17), während sie den meisten übrigen Ascandra-Arten fehlt.

Besonders zu bemerken ist, dass sich bei den Auloplegma-Stöcken vieler Ascon-Arten Pseudostomata entwickeln können, ohne dass zugleich eine Pseudogaster sich ausbildet, so z. B. bei *Ascetta clathrus*, *Ascaltis canariensis* etc. Da aber gerade die Ausbildung der Pseudogaster dem betreffenden Auloplegma-Stock eine höchst characteristische Form giebt, wollen wir diese Stöcke unter der Bezeichnung Pseudonardus von denjenigen *Auloplegma*-Stöcken trennen, welche keine Pseudogaster besitzen, und welche man auch im engeren Sinne Aulorrhiza nennen kann.

Die Auloplegma-Stöcke, in denen sich eine Pseudogaster bildet, also die Pseudonardus-Formen, haben gewöhnlich eine sehr regelmässige Gestalt; sie sind entweder länger als dick, spindelförmig oder birnförmig oder umgekehrt kegelförmig, und dann gewöhnlich an einem längeren oder kürzeren Stiel befestigt (Taf. 2, Fig. 8, 9;

Taf. 8, Fig. 7, 8; Taf. 20, Fig. 15); oder sie sind umgekehrt dicker als lang, und dann gewöhnlich mit breiter Basis ohne Stiel aufsitzend, flach kegelförmig, fast kugelig, oder niedergedrückt, polsterförmig (Taf. 2, Fig. 10, 11; Taf. 8, Fig. 9; Taf. 20, Fig. 17). Wie aus den eben angeführten Beispielen hervorgeht, kommen sehr verschiedene Auloplegma-Formen mit Pseudogaster bei einer und derselben natürlichen Species vor.

Wenn man ein *Auloplegma* mit entwickelter Pseudogaster und Pseudostom durch einen Längsschnitt halbirt (z. B. Taf. 2, Fig. 9, 11, Taf. 8, Fig. 8, 9), so erhält man gewöhnlich ein Bild, welches ohne weiteres mit dem Längsschnitt einer mündigen Leucon-Person *(Dyssycus)* verwechselt werden kann (z. B. der Dyssycus-Form von *Leucetta primigenia,* Taf. 21, Fig. 11; *Leuculmis echinus,* Taf. 30, Fig. 1; *Leucandra bomba,* Taf. 38, Fig. 1). Die weite, glattwandige Magenhöhle der letzteren gleicht auffallend der Pseudogaster der ersteren; die dicke Wand dieser Höhle ist in beiden Formen von einem sehr engen und unregelmässigen Canal-Netz durchzogen, dessen grössere, innere Aeste sich theilweise radial gegen die centrale Höhle richten und dann an deren glatter Innenfläche mit einer geringen Anzahl von grösseren und dazwischen oft zahlreichen feineren Oeffnungen münden. Während aber diese Mündungen bei den Leucon-Personen *(Dyssycus)* wahre Gastral-Ostien sind und aus der Magenhöhle in die verästelten Ramalcanäle hineinführen, sind die ähnlichen Oeffnungen bei den Ascon-Stöcken *(Auloplegma)* weiter Nichts als die inneren Mündungen der Intercanäle, welche zwischen den völlig geschlossenen und anastomosirenden Gastrocanälen verlaufen. Wir können diese Mündungen entsprechend als Pseudogastral-Ostien, (oder wenn sie mikroskopisch klein sind, auch als Pseudogastral-Poren) bezeichnen (Taf. 8, Fig. 8f, 9f).

Um die täuschende Aehnlichkeit dieser beiden, morphologisch gänzlich verschiedenen Calcispongien-Formen zu vollenden, kommt noch hinzu, dass sich bei solchen Auloplegma-Stöcken nicht selten die Innenfläche der Pseudogaster, oder die Pseudogastral-Fläche in ähnlicher Weise glättet, und der wahren Gastral-Fläche einer Leucon-Person ähnlich ausbildet, wie äusserlich auf der Oberfläche sich eine glatte Pseudodermal-Membran entwickelt. Die so entstandene glatte Pseudogastral-Membran, welche in der That nur aus einem flachen Netzwerk von bandförmig plattgedrückten Ascon-Röhren besteht, unterscheidet sich von dem übrigen Röhrengeflecht, das die dicke, engmaschige Wand der Pseudogaster bildet, nicht allein dadurch, dass die anastomosirenden bandförmigen Röhren in der Pseudogastralfläche 10—20 mal so breit, als in der Wand der Pseudogaster sind (auch die Maschen zwischen ersteren 10—20 mal so gross als die Maschen zwischen letzteren), sondern auch oft dadurch, dass die Spicula des Skelets hier eine besondere Lagerung und Anordnung, Grösse oder Form erreichen.

Sehr merkwürdig ist es fernerhin, dass bei manchen dieser Auloplegma-Stöcke

ein Theil der Intercanäle eine besondere Differenzirung eingeht. Bei allen jenen Formen nämlich, wo nicht (wie gewöhnlich) die ganze innere Pseudogastral-Fläche von vielen kleinen und dicht gedrängten unregelmässigen Löchern durchbrochen ist, wo sich vielmehr eine geringere Anzahl von grösseren Löchern (Pseudogastral-Ostien) in dieser Fläche ausbildet, da gestalten sich auch die weiten Intercanäle, in welche zunächst diese Ostien hineinführen, mehr oder weniger deutlich zu regelmässigen weiten Röhren, welche sich centrifugal verästeln und so das Verhalten der Ramal-Canäle des baumförmigen Typus bei den Leuconen nachahmen. Man vergleiche nochmals z. B. den Längsschnitt der Auloplegma-Form von *Ascetta primordialis* (Taf. 2, Fig. 11) und *Ascaltis cerebrum* (Taf. 8, Fig. 8, 9) mit dem entsprechenden Längsschnitt der Dyssycus-Form von *Leucandra lunulata* (Taf. 37, Fig. 1) und *Leucandra bomba* (Taf. 38, Fig. 1). In beiden Fällen führen die grossen Oeffnungen auf der Innenfläche der centralen Höhle in kurze weite Canäle, welche sich centrifugal verästeln und in der Peripherie der dicken Höhlenwand in ein enges Canalnetz auflösen, um dann auf der äusseren Oberfläche des Körpers durch zahllose äusserst feine Löcher sich zu öffnen. In beiden Fällen ist die innere, groblöcherige Oberfläche der regelmässigen Centralhöhle ganz ähnlich ausgebildet und differenzirt, bloss von Syncytium, nicht von Geissel-Epithel bedeckt, und ebenso auch die äussere, fein poröse Oberfläche des Körpers. Niemand wird auf den ersten Blick im Stande sein, mit blossem Auge oder selbst bei schwacher Vergrösserung einen wesentlichen Unterschied zwischen diesen beiden Gebilden zu entdecken. Und dennoch sind beide ihrem ganzen Wesen und ihrer Entstehung nach total verschieden. Der Pseudonardus ist ein aus vielen Personen zusammengesetzter Ascon-Stock ohne alle wahren Mundöffnungen; der Dyssycus ist eine solitäre Leucon-Person mit einer wahren Mundöffnung. Die centrifugal verzweigten Intercanäle des ersteren sind bloss von dem Syncytium des Exoderm; die ganz ähnlichen, ebenfalls centrifugal verzweigten Canäle des letzteren dagegen von dem Geissel-Epithel des Entoderm ausgekleidet. Das nadeltragende Parenchym zwischen diesen verzweigten, innen und aussen geöffneten Canälen besteht bei dem Pseudonardus aus hohlen, inwendig flimmernden Röhren (den wahren Gastrocanälen); bei dem Dyssycus dagegen aus dichtem Syncytium mit Spicula. Die Pseudogastral-Membran des ersteren wird von den falschen Pseudogastral-Ostien (den inneren Oeffnungen der Intercanäle), die wahre Gastral-Membran des letzteren dagegen von den echten Gastral-Ostien, den inneren Mündungen der Gastrovascular-Canäle durchsetzt. Ebenso wird äusserlich die falsche Pseudodermal-Membran des Pseudonardus nur von Pseudodermal-Poren, den äusseren Oeffnungen der Intercanäle; hingegen die wahre Dermal-Membran des Dyssycus von echten Dermal-Poren, den äusseren Mündungen der Gastrovascular-Canäle durchbrochen.

Bisweilen nimmt der *Pseudonardus* auch eine Form an, welche täuschend einem

Nardorus gleicht, dessen centrale Magenhöhle erweitert ist, so z. B. bei *Ascandra reticulum* (Taf. 20, Fig. 12—16). Hier ist der *Nardorus* (Fig. 12 im Längsschnitt, Fig. 13 im Querschnitt) oft zum Verwechseln dem *Pseudonardus* ähnlich (Fig. 15 im Längsschnitt, Fig. 16 im Querschnitt). Beide Ascon-Stöcke haben eine schlanke, gestielte Birnform, und im Inneren eine Centralhöhle, welche sich oben am Oral-Pol durch ein grösseres Loch öffnet. In beiden Stöcken ist diese Centralhöhle von einer locker geflochtenen Wand umgeben. Aber bei dem *Nardorus* ist die Centralhöhle ein wahrer Magen und seine Oeffnung ein wahres Osculum (Fig. 12); hingegen bei dem ganz ähnlichen Pseudonardus ist die Centralhöhle eine Pseudogaster, und seine Mündung ein Pseudostom (Fig. 15). Erst durch die genaueste Untersuchung von Längsschnitten bei starker Vergrösserung kann man hier in jedem einzelnen Falle erkennen, welche von beiden Formen vorliegt.

Sehr merkwürdige Ascon-Stöcke können endlich auch dadurch entstehen, dass zwei oder mehrere (bisweilen sehr zahlreiche) Pseudonardus-Stöcke mit einander verwachsen, so z. B. in sehr ausgezeichneter Weise bei *Ascaltis cerebrum* (Taf. 8, Fig. 11). Der mächtige runde Schwammkörper dieser Figur, dessen Oberfläche ähnlich gewunden ist, wie das Cerebrum der Säugethiere, scheint auf den ersten Blick ein *Tarrus* oder *Tarropsis* zu sein, mit zahlreichen Oscula, deren jedes einer Gruppe von vereinigten Personen entspricht (Fig. 12). In der That ist aber jedes solches Osculum nur ein Pseudostoma, das in eine mehr oder weniger entwickelte Pseudogaster hineinführt, wie der Längsschnitt lehrt (Fig. 13). Solche Stöcke mit mehreren Pseudogastern und Pseudostomen, die aus einer Mehrzahl von Pseudonardus-Stöcken zusammengesetzt und wohl meist durch Concrescenz entstanden sind, können als Pseudotarrus unterschieden werden.

Pseudostoma oder Scheinmund.

In allen Fällen, in welchen ein Auloplegma-Stock eine Pseudogaster entwickelt, und dadurch in die Pseudonardus-Form übergeht, entsteht zugleich als Oeffnung dieses Scheinmagens ein Pseudostoma oder Scheinmund. Ausserdem kömmt es aber oft auch an der Oberfläche von mundlosen Auloplegma-Stöcken zur Bildung solcher Pseudostomata, ohne dass sich zugleich eine deutliche Pseudogaster bildete; wie denn überhaupt diese letztere in allen Stadien der Ausbildung anzutreffen ist. Bisweilen ist die ganze Oberfläche von Auloplegma-Stöcken mit zahlreichen Pseudostomen bedeckt, die dann leicht für wahre Oscula gehalten werden können. So habe ich selbst früher bei zwei Ascon-Arten, welche constant nur mundlose Stöcke bilden, nämlich bei *Ascetta clathrus* und bei *Ascaltis canariensis*, Oscula zu finden geglaubt und die Auloplegma-Formen derselben im Prodromus als *Tarrus* oder *Tarroma* beschrieben. Erst nachträglich habe ich durch genauere Untersuchung erkannt, dass jene angeblichen Oscula in der That Pseudostomata waren.

Der einzige Autor, der bisher Pseudostomata (jedoch ohne Pseudogaster!) gesehen und erkannt hat, ist O. SCHMIDT. Er sagt von den Oscula der *Nardoa reticulum* (= *Ascandra reticulum*, H.): „Es sind zwei Fälle möglich und realisirt. Entweder öffnet sich ein wimpernder Canal, und wohl nur dies würde einem wahren Osculum entsprechen; oder aber es öffnet sich nicht ein Wimpercanal, sondern ein kleinerer Complex des Canalgeflechtes umgiebt sich mit einem Schornstein, in welchen also nicht die Canäle, sondern die Lücken einmünden [1]." Diese Angabe ist vollkommen richtig, und ich selbst habe sowohl bei *Ascetta primordialis*, als auch gerade bei derselben *Ascandra reticulum* beiderlei Mündungsformationen nicht selten beobachtet. Auf Taf. 20 habe ich in Fig. 12 im Längsschnitt einen *Nardorus* abgebildet, dessen anastomosirende Röhren sich durch ein wirkliches gemeinsames Osculum oben öffnen; und in Fig. 15, ebenfalls im Längsschnitt, ein mundloses Auloplegma, dessen Pseudogaster sich oben durch ein Pseudostom öffnet *(Pseudonardus)*. Niemals habe ich aber beobachtet, dass Oscula und Pseudostomata auf einem und demselben Stocke neben einander vorkommen. Vielmehr habe ich Pseudostomata stets nur auf der Oberfläche von mundlosen Ascon-Stöcken *(Auloplegma)* gefunden.

Selten ist das Pseudostom der Asconen bloss eine einfache grössere Oeffnung in der äusseren Oberfläche des Stockes; ein scharf umschriebenes, nacktes, rundes Loch, welches bedeutend grösser als die Pseudodermal-Ostien ist, und in welches mehrere Intercanäle gemeinsam einmünden. Gewöhnlich erhebt sich vielmehr der Rand dieses Loches ringförmig, und verlängert sich in eine kürzere oder längere cylindrische Röhre, welche ganz dem dünnhäutigen „Rüssel" der *Nardopsis* und *Tarropsis* gleicht (Taf. 8, Fig. 7—13). Den Unterschied dieses „rüsselförmigen" Pseudostoms von dem wahren Rüssel der *Nardopsis* und *Tarropsis* erkennt man sofort auf einem Längsschnitt oder Querschnitt, der vorsichtig mit einer scharfen feinen Scheere anzufertigen ist. Der wahre Rüssel der letztgenannten Formen besteht immer nur aus einer einzigen, einfachen, äusserst zarten und dünnen Syncytium-Lamelle, die durch ein zartes Skelet gestützt wird. Das rüsselförmige Pseudostom der *Auloplegma*-Stöcke hingegen besteht aus zwei solchen dünnen Lamellen, welche durch einen sehr engen ringförmigen Hohlraum von einander getrennt sind und am oberen freien Rande (der „Ausflussöffnung") in einander übergehen (Taf. 8, Fig. 9u; Fig. 13u; Taf. 20, Fig. 15, 17). Der ringförmige enge Hohlraum zwischen den beiden concentrischen Cylindern gehört zum Gastrocanal-System und ist auch bisweilen (aber nicht immer!) noch mit Geissel-Epithel ausgekleidet.

2. Das Intercanal-System der Leuconen.

Im Gegensatz zu der merkwürdigen Entwickelung und dem daran geknüpften hohen morphologischen Interesse, welches das Intercanal-System bei den Asconen

1) O. SCHMIDT, Algier Spong. 1868, p. 28; Taf. V, Fig. 8.

erreicht, ist es hingegen bei den Leuconen verhältnissmässig selten zu finden und auch dann gewöhnlich nur schwach entwickelt. Dasselbe tritt in dieser Familie nur bei jenen wenigen Arten auf, deren Körper geflechtartige Stöcke bildet, die aus schlanken und verhältnissmässig dünnwandigen, anastomosirenden Röhren zusammengesetzt sind. Diese Stöcke verhalten sich dann gewöhnlich ganz ähnlich, wie die eben ausführlich besprochenen Röhrengeflechte der Asconen; nur sind sie immer viel schwächer entwickelt, die Aeste des Geflechts weniger zahlreich und die Lücken zwischen denselben, die Intercanäle, daher spärlicher.

Ein Intercanal-Geflecht von nennenswerther Entwickelung habe ich nur bei folgenden Leuconen gefunden: *Leucetta primigenia*, var. *isoraphis*, Taf. 21, Fig. 3—6; *Leucetta sagittata*, Taf. 22, Fig. 2; *Leucetta corticata*, Taf. 22, Fig. 4; *Leucyssa spongilla*, Taf. 25, Fig. 11, 12; *Leucaltis clathria*, *Leucandra caminus*, Taf. 37, Fig. 5, 6; *Leucandra crambessa*, Taf. 37, Fig. 7, 8; und *Leucandra alcicornis*, Taf. 37, Fig. 3, 4. Die meisten von diesen Röhrengeflechten waren mit einer oder mit mehreren Mundöffnungen versehen, nur wenige mundlos *(Aphroceras)*. Die einzelnen Formen der Coenostomiden und Artyniden, die vorzüglich solche Geflechte bilden, entsprechen in ihrem Aeusseren ganz den sehr ähnlichen Ascon-Stöcken der Nardopsiden und Tarromiden. Nur durch die Structur der Röhrenwand sind sie wesentlich verschieden.

Eine Pseudogaster und ein Pseudostom habe ich bei den Leuconen niemals vorgefunden. Doch wäre es wohl denkbar, dass diese merkwürdigen Bildungen auch in dieser Familie wiederkehren und dass die mundlosen Leucon-Stöcke *(Aphroceras)* ähnliche Formen erzeugen, wie unter den mundlosen Ascon-Stöcken *(Auloplegma)* die Pseudonardus-Stöcke repräsentiren.

Wahrscheinlich finden sich solche mundlose Stöcke mit Pseudogaster und Pseudostom auch bei den Kieselschwämmen und Hornschwämmen (deren Magenwand in ihrer Structur mit derjenigen der Leuconen übereinstimmt) nicht selten vor. Ich glaube den Anfang zu solchen Bildungen bei manchen Formen von Badeschwämmen *(Euspongia)* zu finden, deren trichterförmiger oder fast glockenförmiger Körper sich zur Bildung einer grossen Pseudogaster anzuschicken scheint. Ebenso möchte ich als Pseudogaster die grosse Höhle in dem bekannten riesigen Becherschwamme *(Poterium Neptuni)* deuten, der in Harting's Monographie neulich so ausführlich beschrieben worden ist.[1]).

Die Intercanäle der Leuconen.

Unter den angeführten Leucon-Arten, welche ein Intercanal-System bilden, befindet sich keine Form, welche an Regelmässigkeit in der Bildung der Intercanäle den vorher beschriebenen regelmässigen Röhrengeflechten der Asconen zu vergleichen

1) P. Harting, Mémoire sur le genre Potérion. Utrecht 1870.

wäre. Gewöhnlich erscheinen vielmehr die Intercanäle hier nur als unregelmässige Lücken oder Spalten zwischen den anastomosirenden Aesten oder Personen des Leucon-Stockes. Meistens ist der Durchmesser der Intercanäle ungefähr ebenso gross als derjenige der Röhren. Eine Verwechselung der Intercanäle mit den wahren Gastrocanälen, wie sie bei den Asconen leicht vorkommt und oft geschehen ist, erscheint bei den Leuconen, schon wegen der viel bedeutenderen Grösse dieser Stöcke, kaum möglich.

3. Intercanal-System der Syconen.

In sehr eigenthümlicher und interessanter Weise bildet sich das Intercanal-System bei den Syconen aus. Es findet sich hier nur bei dem einen der drei Typen, die wir in dem Canal-System dieser Familie unterschieden haben. Nur die Syconen des Syconopa-Typus besitzen sämmtlich Intercanäle, und zwar entstehen diese hier dadurch, dass die Radial-Tuben nur mit ihren Rändern, nicht mit ihren Flächen verwachsen. Die radialen einfachen Canäle, welche zwischen diesen verwachsenden Rändern übrig bleiben, sind die Intercanäle. Bei den Syconen der anderen beiden Typen fehlen dieselben. Bei dem Syconaga-Typus, wo die Tuben gar nicht verwachsen, bleiben zwischen ihnen freie Räume, welche sich nicht zu besonderen Intercanälen gestalten. Bei dem Syconusa-Typus, wo die Radial-Tuben so eng gedrängt stehen, dass sie mit ihren ganzen Flächen verwachsen, bleiben überhaupt zwischen denselben gar keine Räume übrig.

Die Intercanäle der Syconen sind zuerst von Kölliker (1864) bei *Sycandra (Dunstervillia) elegans* beobachtet und mit folgenden Worten beschrieben worden: „An der ganzen äusseren Fläche des Körpers finden sich eine Menge Einströmungslöcher, welche in lange, gerade, weite Wimpercanäle führen, die, durch die ganze Dicke der Leibeswand verlaufend, in die innere Höhle ausmünden. Ausserdem finden sich noch andere, engere, gerade, nicht flimmernde Canäle in der Leibeswand, die Ausströmungscanäle zu sein scheinen, jedoch in ihren Verhältnissen nicht genau zu ermitteln waren“[1]). Diese letzteren, „nicht flimmernden Canäle“ sind die radialen Intercanäle; die ersteren, die „Wimpercanäle“, sind die Radial-Tuben. Uebrigens fungiren bei den mündigen Syconen nicht, wie Kölliker meint, die Intercanäle als „Ausströmungscanäle“, sondern gerade umgekehrt als „Einströmungscanäle“.

Hierauf hat sodann Lieberkühn über die Intercanäle der Syconen folgende Bemerkung gemacht, zu deren richtigem Verständniss vorauszuschicken ist, dass Lieberkühn unter *Sycon* hier nur die *Sycandra ciliata* versteht; diese Species gehört zum Syconaga-Typus und hat meistens ganz freie Radial-Tuben, ohne Intercanäle; sie unterscheidet sich dadurch wesentlich von der *Sycandra* (oder *Dunstervillia) elegans*, welche zum Syconopa-Typus gehört und sehr ausgezeichnete Intercanäle besitzt. Ueber

1) Kölliker, Icones histolog. I. Heft. 1864. p. 63, Taf. IX, Fig. 4, 5.

diese bemerkt nun LIEBERKÜHN Folgendes: „Die Gattung *Dunstervillia* hat eine einfache Körperhöhle und gleicht darin den *Syconen*. Wie KÖLLIKER zuerst genauer angegeben hat, hat die Leibeswand zwei Arten von Canälen, wimpernde und nicht wimpernde. Die wimpernden verlaufen durch die ganze Leibeswand und besitzen aussen Einströmungslöcher. Ueber die nicht wimpernden liess sich nichts aussagen. Diese findet man bei den Syconen noch nicht; es ist jedoch nicht schwierig, die Syconen sich in der Art verändert vorzustellen, dass sie mit Dunstervillia übereinstimmen. Man braucht nur anzunehmen, dass die auf der Oberfläche der Syconen frei vorragenden Kegel so nahe an einander rücken, dass ihre Wandungen mit einander verschmelzen, mit Ausnahme einer Seite, wo dann eine Lücke bleibt. Solche Lücken, die verschieden ausgedehnt sein können, würden zum Gebiet der Einströmungscanäle gehören, wenn von ihnen aus Einströmungslöcher in die benachbarten Wimperapparate führten, zu dem Ausströmungsgebiet, wenn sie in die centrale Höhle ausliefen. Nehmen wir noch dazu, dass die Gallertsubstanz massenhafter auftritt, als bei Sycon, so erhalten wir das, was KÖLLIKER als characteristisch für Dunstervillia abbildet“ [1]).

Der dritte und letzte Autor, welcher die Intercanäle der Syconen erwähnt, ist OSCAR SCHMIDT (1868). Bei Beschreibung der *Syconella quadrangulata* (= *Sycortis quadrangulata*, H.) bemerkt er: „Der Körper ist durch hervorstehende Nadelbündel borstig und mit Reihen fast quadratischer Vertiefungen versehen. Dieselben werden gebildet durch je vier der von KÖLLIKER und namentlich von LIEBERKÜHN ausführlich geschilderten Hohlcylinder, welche nicht nur mit ihren kegelartigen Hervorragungen aus einander rücken, sondern bis zur Wandung der grossen Körperhöhle einen weiten Gang zwischen sich lassen, der nach der Körperhöhle durch die Wandung derselben geschlossen ist. Auf der letzteren öffnen sich die Hohlräume der Cylinder“. SCHMIDT citirt sodann die vorher angeführte Stelle von LIEBERKÜHN, und bemerkt dazu: „In unserem Falle sehen wir diese theoretischen Beobachtungen verwirklicht, aber nicht durch das theilweise Verschmelzen, sondern durch das gänzliche Auseinanderweichen der Hohlcylinder“ [2]). Indessen ist diese Bemerkung insofern doch unrichtig, als die Intercanäle (die „Gänge zwischen je vier Hohlcylindern“) ja erst durch Verwachsung der Radial-Tuben an ihren Berührungs-Rändern (d. h. mit anderen Worten, durch „theilweises Verschmelzen der Hohlcylinder“) überhaupt zu Stande kommen. Die Begrenzungsflächen der Intercanäle sind demnach lediglich die äusseren oder dermalen Oberflächen der Radial-Tuben, von dem Syncytium ihres Exoderms bekleidet.

Die Intercanäle der Syconen.

Von besonderem Interesse sind die Intercanäle der Syconen dadurch, dass sie bei verschiedenen Arten dieser Familie ganz verschiedene, constante und characte-

1) LIEBERKÜHN, Arch. f. Anat. Physiol. 1865, p. 743.

2) O. SCHMIDT, Algier Spong. 1868, p. 29.

ristische Formen annehmen (Taf. 60, Fig. 11—14). Bei einer einzigen Art *(Sycandra glabra,* Taf. 60, Fig. 14) sind dieselben cylindrisch, (bisweilen auch cylindrisch-prismatisch, jedoch mit abgerundeten Kanten). Bei allen übrigen Arten sind die Intercanäle prismatisch, und zwar nur bei einer einzigen Art *(Sycortis lingua)* irregulär-prismatisch, bei den übrigen regulär-prismatisch. Die regulären Prismen sind entweder dreiseitig oder vierseitig. Die dreiseitig-prismatischen Intercanäle finden sich bei *Sycetta strobilus* (Taf. 42, Fig. 5, 6) und bei fünf Arten des Genus *Sycandra* (*ampulla, raphanus, capillosa, setosa, villosa;* Taf. 60, Fig. 11). Jeder Intercanal wird hier durch drei Seiten von drei benachbarten, mit den Kanten zusammenstossenden sechsseitigen Radial-Tuben begrenzt. Häufiger sind die Intercanäle vierseitig-prismatisch. Dann wird jeder Intercanal entweder durch vier Seiten von vier im Kreuz zusammenstossenden vierseitigen Radial-Tuben eingeschlossen *(Sycortis quadrangulata, Sycandra Schmidtii,* Taf. 58, Fig. 2; Taf. 60, Fig. 13); oder durch vier Seiten von vier im Kreuz zusammenstossenden achtseitigen Radial-Tuben, so bei *Sycetta cupula* (Taf. 42, Fig. 10) und bei vier Species von Sycandra (*arborea, alcyoncellum, elegans, Humboldtii;* Taf. 58, Fig. 3; Taf. 60, Fig. 12).

Wenn die Radial-Tuben der Syconen in ihrer ganzen Länge mit den Berührungs-Rändern oder Kanten verwachsen, so sind die zwischen ihnen gelegenen Intercanäle ebenso lang als die Tuben selbst und reichen von der gastralen bis zur dermalen Fläche, so bei *Sycetta strobilus* und *S. cupula,* bei *Sycandra capillosa, S. villosa* und *S. glabra.* In diesen Fällen fehlen freie Distal-Kegel völlig. Gewöhnlich aber bleiben die distalen Enden der Radial-Tuben frei, im äusseren Viertel oder Drittel nicht verwachsen, und dann ragt dieses distale Ende als Distal-Conus frei vor. Die Intercanäle sind dann um die Länge der Distal-Kegel kürzer als die Radial-Tuben (so bei den anderen angeführten Arten).

In allen Fällen ist das innere oder proximale Ende jedes Intercanals blind geschlossen und durch die dünne Wand der ursprünglichen Magenhöhle begrenzt. Das äussere oder distale Ende ist dagegen stets offen und fungirt im Sinne der Autoren als „Einströmungsloch". Wir können diese äussere Oeffnung des Intercanals auch als „Pseudodermal-Ostium" bezeichnen, wie bei den Auloplegma-Stöcken der Asconen. Bei den Syconopa-Formen mit freien Distal-Kegeln erscheint dieses Pseudodermal-Ostium als ein mehr oder weniger vertiefter, trichterförmiger „Einströmungscanal". Bei denjenigen Syconopa-Formen hingegen, deren Radial-Tuben in der ganzen Länge mit den Kanten verwachsen sind, (daher ohne Distal-Kegel), liegt das Pseudodermal-Ostium in der Dermal-Fläche, bisweilen regelmässig alternirend mit den wahren Dermal-Ostien der Tuben (z. B. bei *Sycetta strobilus* und *S. cupula,* Taf. 42, Fig. 6, 10). Doch ist dasselbe gewöhnlich mehr oder weniger durch das Skelet der Dermal-Fläche verdeckt.

Die dünnen Wände der Radial-Tuben, welche zugleich die Intercanäle begrenzen, und welche ihr Entoderm der Tuben-Höhle, ihr Exoderm dem Intercanal-Raum zukehren, sind porös. Durch die unbeständigen Poren derselben tritt das Wasser, welches durch das Pseudodermal-Ostium in den Hohlraum des Intercanals gelangt ist, aus diesem in die Tuben-Höhle. Die Intercanäle fungiren demnach (gewöhnlich!) als „Einströmungs-Canäle".

Einströmungs-Canäle und Ausströmungs-Canäle der Spongien.

Die Termini technici, mit welchen fast in allen spongiologischen Arbeiten die verschiedenen grösseren und kleineren Oeffnungen an der Oberfläche des Schwammkörpers und die davon ausgehenden Canäle im Inneren bezeichnet werden, sind einestheils: „Einströmungs-Canäle, Einfluss-Röhren, Incurrent canals, Inhalant tubes, *Canales afferentes;* Einströmungs-Oeffnungen, Einfluss-Löcher, Incurrent openings, Imbibing mouths"; anderentheils: „Ausströmungs-Canäle, Ausfluss-Röhren, Excurrent canals, Exhalant tubes, *Canales efferentes;* Ausströmungs-Oeffnungen, Ausfluss-Löcher, Excurrent openings, Egesting orifices" etc. etc. Diese Kunstausdrücke haben grenzenlose Verwirrung in der Spongien-Literatur angerichtet und sind zum grossen Theile Schuld an dem unvollkommenen Zustande der Begriffe in der Spongiologie. Ich verwerfe sie sämmtlich ein für allemal und gebrauche sie niemals, und zwar aus folgenden fünf Gründen:

1) Die angeführten Ausdrücke sind sämmtlich falsch, weil die Canäle und Oeffnungen des einführenden Systems („Incurrent System") keineswegs constant Wasserströme einführen, vielmehr häufig auch ausführen; und weil umgekehrt die Canäle und Oeffnungen des ausführenden Systems („Excurrent System") nicht bloss Wasser ausführen, sondern auch einführen können, wie ich unten im dritten Abschnitte zeigen werde.

2) Die angeführten Ausdrücke sind ganz unbrauchbar, weil sie von den verschiedenen Autoren im verschiedensten Sinne gebraucht worden sind, was theils auf irrthümlichen Beobachtungen, theils auf irrthümlichen Deutungen richtiger Beobachtungen beruht. Die Bedeutung jener Ausdrücke ist daher bei den verschiedenen Autoren so verschieden, dass eigentlich in jedem einzelnen Falle der Name des Autors an den betreffenden Terminus angehängt werden müsste, um zu wissen, was darunter verstanden werden soll. Die geradezu widersprechenden Bezeichnungen der Einströmungs- und Ausströmungs-Oeffnung etc. sind sehr oft von verschiedenen Autoren für eine und dieselbe Oeffnung gebraucht worden.

3) Die angeführten Ausdrücke sind desshalb schädlich, weil sie auf der irrigen Vorstellung beruhen, dass das Canal-System der Spongien etwas ganz Specifisches, eine ganz eigenthümliche Organisations-Einrichtung sui generis sei, die sich nicht mit den Gefäss-Systemen anderer Thiere vergleichen lasse. Die allgemein herrschende

Vorstellung von der specifischen Natur dieses „Wassergefäss-Systems" hat die natürliche Auffassung desselben und namentlich seine Vergleichung mit dem homologen Gastrocanal-System der Nesselthiere verhindert.

4) Die angeführten Ausdrücke sind schon desshalb bedeutungslos, weil sie für die Hohlräume und Oeffnungen sowohl des wahren Gastrocanal-Systems als auch des falschen Intercanal-Systems gebraucht worden sind. Dass überhaupt diese beiden ganz verschiedenen Canal-Systeme bisher nicht scharf getrennt wurden, rührt zum grossen Theile davon her, dass man die Intercanäle bald als Einströmungs-Canäle, bald als Ausströmungs-Canäle mit wahren Gastrocanälen identificirte.

5) Die angeführten Ausdrücke sind vor allen desshalb verwerflich, weil sie auf einer (noch dazu unrichtigen) physiologischen Anschauung beruhen, und der festen morphologischen Basis entbehren. Ich habe bereits in der generellen Morphologie auseinander gesetzt, warum überhaupt bei der topographischen und organologischen Bezeichnung der Körpertheile die morphologischen Bezeichnungen stets den Vorzug vor den physiologischen verdienen. Die ersteren beruhen auf Homologien, auf Vergleichungen, deren unveränderliche Grundlage die Vererbung von gemeinsamer Stammform liefert; die letzteren hingegen bloss auf Analogien, auf Vergleichungen, deren schwankende Unterlage die Anpassung an veränderliche Existenz-Bedingungen ist [1]). Schon aus diesem Grunde allein würde die von mir hier angewendete Nomenclatur den Vorzug vor derjenigen verdienen, welche bisher allgemein zur Bezeichnung der verschiedenen Theile des Canal-Systems der Spongien angewendet wurde.

B. Das Skelet-System.

Das Skelet-System ist bei den Spongien nächst dem Canal-System das einzige, selbstständig entwickelte und morphologisch-differenzirte Organ-System. Doch steht dasselbe sowohl an morphologischer als an physiologischer Bedeutung weit hinter dem Canal-System zurück. Denn erstens ist das Skelet-System nicht, wie das Gastrocanal-System, ein integrirender Bestandtheil des Spongien-Organismus, welcher mit Nothwendigkeit zu dem Begriffe der Spongie gehört; dies beweisen die skeletlosen Schwämme (Halisarcinen, Gummineen etc.). Zweitens aber ist das Skelet-System in seiner ganzen Entwickelung und Differenzirung abhängig von dem Gastrocanal-System, an dessen primäre, massgebende Bildung sich ersteres secundär anpasst. Dennoch ist die vergleichende Anatomie des Skelet-Systems, obwohl bisher in hohem Masse vernachlässigt, an sich von Interesse und verdient ein weit eingehenderes Studium, als ihr bisher zu Theil wurde.

---

1) Haeckel, Generelle Morphologie, 1866, Bd. I, p. 397.

Die Kalk-Spicula, welche das Skelet der Kalkschwämme zusammensetzen, sind ebenso wie die Kiesel-Spicula der Kieselschwämme bei der grossen Mehrzahl der Arten nicht ordnungslos durch einander geworfen, sondern in mehr oder minder regelmässiger Weise, oft äusserst verwickelt und sehr zierlich angeordnet. Auch sind dieselben an verschiedenen Körpertheilen, am oralen und aboralen Ende, an der gastralen und dermalen Fläche oft sehr bedeutend differenzirt und mannichfaltig ausgebildet. Bei vielen Kieselschwämmen ist diese regelmässige Anordnung der Spicula und ihre mannichfaltige Differenzirung an verschiedenen Körperstellen bereits vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Bei den Kalkschwämmen hingegen ist dies nicht der Fall. Abgesehen von BOWERBANK, der die Zusammensetzung des Kalk-Skelets bei seinen zwölf britischen Calcispongien-Arten ziemlich genau beschrieben hat, sind die Spongiologen fast gar nicht auf dieses Verhältniss eingegangen. Und dennoch zeigen die Kalkschwämme in Bezug auf regelmässige, mannichfaltige und verwickelte Zusammensetzung ihres Skelets kein geringeres Interesse als die übrigen Spongien; und das Kalk-Skelet vieler Calcispongien ist im Kleinen ebenso zierlich und merkwürdig gebaut, als das berühmte Kiesel-Skelet der Euplectella und Corbitella im Grossen. Ja, einige Calcispongien-Arten dürften in dieser Beziehung als die schönsten und zierlichsten aller Spongien gelten, wie namentlich viele Syconen (*Sycandra Schmidtii*, *arborea*, *elegans*, *hystrix* etc.). Die specielle Beschreibung des Skelets aller Kalkschwamm-Arten im natürlichen System des zweiten Bandes wird diese Behauptung rechtfertigen. Hier beschränke ich mich darauf, eine allgemeine Uebersicht über die Verhältnisse zu geben, welche hierbei in Betracht kommen.

Combinationen der verschiedenen Nadelformen.

Der erste Punkt, welcher bei einer allgemeinen Betrachtung des Skelets der Kalkschwämme ins Auge gefasst werden muss, ist die verschiedenartige Zusammensetzung desselben, welche durch die verschiedenen Combinationen der drei, früher beschriebenen Nadelformen entsteht. Diese Combinationen der drei Hauptformen der Spicula sind von der grössten Wichtigkeit für die natürliche Systematik und in Folge dessen für die Genealogie der Kalkschwämme. Sie liefern uns die besten Anhaltspunkte zur Aufstellung der Genera im natürlichen System der Calcispongien. Dies beruht darauf, dass die Combination der Nadeln in der Skelet-Structur strenger erblich und weniger dem Wechsel unterworfen ist, als die Form der Nadeln selbst, und als jedes andere für die Systematik direct verwerthbare Verhältniss.

Wir können zunächst unterscheiden: I. solche Kalkschwämme, bei denen das Skelet nur aus einer Hauptform von Nadeln besteht (*Haploraphidia*); II. solche Kalkschwämme, bei denen zwei verschiedene Hauptformen von Nadeln combinirt sind (*Diploraphidia*); und endlich III. solche Kalkschwämme, bei denen alle drei Haupt-

formen der Nadeln das Skelet zusammensetzen *(Triploraphidia)*. Von den hundert und elf Species unseres natürlichen Systems gehören zu den Haploraphidien 32 Arten (12 Asconen, 10 Leuconen, 10 Syconen); zu den Diploraphidien 30 Arten (13 Asconen, 8 Leuconen, 9 Syconen); zu den Triploraphidien 49 Arten (14 Asconen, 17 Leuconen, 18 Syconen).

Die Haploraphidia (32 natürliche Species), deren Skelet bloss aus einer einzigen Hauptform von Nadeln besteht, können weiter in folgende drei Gruppen zerfallen: I. Triscelidia: das Skelet besteht bloss aus Dreistrahlern (8 Arten *Ascetta*, 5 Arten *Leucetta*, 5 Arten *Sycetta;* zusammen 18 Species). II. Tetrascelidia: das Skelet besteht bloss aus Vierstrahlern (2 Arten *Ascilla*, 2 Arten *Leucilla*, 4 Arten *Sycilla:* zusammen 8 Species). III. Monoscelidia: das Skelet besteht bloss aus Stabnadeln (2 Arten *Ascyssa*, 3 Arten *Leucyssa*, 1 Art *Sycyssa;* zusammen 6 Species).

Die Diploraphidia (30 natürliche Species), deren Skelet aus zwei verschiedenen Hauptformen von Nadeln combinirt ist, können ebenfalls in drei untergeordnete Gruppen eingetheilt werden: I. Amphiscelidia: das Skelet ist aus Dreistrahlern und Vierstrahlern zusammengesetzt (7 Arten *Ascaltis*, 6 Arten *Leucaltis*, 5 Arten *Sycaltis;* zusammen 18 Species). II. Episcelidia: das Skelet ist aus Dreistrahlern und Stabnadeln zusammengesetzt (5 Arten *Ascortis*, 1 Art *Leucortis*, 3 Arten *Sycortis;* zusammen 9 Species). III. Parascelidia: das Skelet ist aus Vierstrahlern und Stabnadeln zusammengesetzt (1 Art *Asculmis*, 1 Art *Leuculmis*, 1 Art *Syculmis;* zusammen 3 Species).

Die Triploraphidia (Triploscelidia: 49 natürliche Species), deren Skelet aus allen drei Hauptformen von Nadeln, aus Dreistrahlern, Vierstrahlern und Stabnadeln combinirt ist, bieten naturgemäss durch diese Combination den grössten Spielraum für die Differenzirung des Skelets im Einzelnen, und ihre drei Genera enthalten demnach auch wirklich die zahlreichsten Species (14 Arten *Ascandra*, 17 Arten *Leucandra*, 18 Arten *Sycandra;* zusammen 49 Species).

Stellt man die verschiedenen Combinationen der Spicula-Formen bei den Kalkschwämmen bezüglich ihrer relativen Frequenz bei den natürlichen Gattungen übersichtlich zusammen, so ergiebt sich die nachstehende statistische Tabelle, in welcher die Zahlen hinter den natürlichen 21 Genera die Zahl der natürlichen Arten angeben. Besonders bemerkenswerth erscheint in dieser Tabelle der gleichmässige Parallelismus zwischen den drei natürlichen Familien. Sowohl unter den Asconen, als unter den Leuconen und Syconen sind die Triploscelidien artenreicher als alle anderen Gattungen. Unter den Diploraphidien sind die Amphiscelidien, und unter den Haploraphidien sind die Triscelidien die artenreichsten Genera.

Tabellarische Uebersicht über die 21 Genera des natürlichen Systems mit Angabe der Species-Zahl.

	Zusammensetzung des Skelets aus den drei Hauptformen der Nadeln.	I. **Ascones.** Grantien mit Poral-Tuben.	II. **Leucones.** Grantien mit Ramal-Tuben.	III. **Sycones.** Grantien mit Radial-Tuben.
Haploraphidia.	*Triscelidia:* Skelet besteht bloss aus Dreistrahlern.	Ascetta 8.	Leucetta 5.	Sycetta 5.
	Tetrascelidia: Skelet besteht bloss aus Vierstrahlern.	Ascilla 2.	Leucilla 2.	Sycilla 4.
	Monoscelidia: Skelet besteht bloss aus Stabnadeln.	Ascyssa 2.	Leucyssa 3.	Sycyssa 1.
Diploraphidia.	*Amphiscelidia:* Skelet aus Dreistrahlern und Vierstrahlern gemischt.	Ascaltis 7.	Leucaltis 6.	Sycaltis 5.
	Episcelidia: Skelet aus Dreistrahlern und Stabnadeln gemischt.	Ascortis 5.	Leucortis 1.	Sycortis 3.
	Parascelidia: Skelet aus Vierstrahlern und Stabnadeln gemischt.	Asculmis 1.	Leuculmis 1.	Syculmis 1.
	Triploscelidia oder *Triploraphidia:* Skelet aus Dreistrahlern Vierstrahlern und Stabnadeln zusammengesetzt.	Ascandra 14.	Leucandra 17.	Sycandra 18.
		Species: 39.	Species: 35.	Species: 37.

Gesetzmässige Anordnung der Nadeln.

Bei der Mehrzahl der Kalkschwämme sind die Spicula des Skelets nicht regellos im Körper zerstreut, sondern mehr oder weniger regelmässig gelagert, oft mit mathematischer Gesetzmässigkeit geordnet. Diese mannichfaltige Anordnung der Nadeln ist zwar nicht in ähnlicher Weise, wie die verschiedenartige Combination der Nadelformen, für die Unterscheidung natürlicher Genera bei den Kalkschwämmen von fundamentaler Bedeutung; selbst für die Species-Characteristik ist sie nicht immer von entscheidendem Werthe. Denn die Art und Weise der Anordnung wird viel unmittelbarer durch die sehr variabeln übrigen Verhältnisse der Organisation (insbesondere des Canal-Systems) bedingt, und ist daher in viel höherem Masse der Abänderung durch Anpassung unterworfen. Immerhin ist dennoch die Anordnung und Vertheilung der Spicula, theils im ganzen Körper des Kalkschwammes, theils an verschiedenen Stellen desselben, für viele Species sehr characteristisch und kann

systematisch verwerthet werden. Ausserdem knüpft sich aber an dieselbe auch ein sehr bedeutendes allgemeines Interesse. Denn wir können hier nachweisen, dass bestimmte gesetzmässige und mannichfaltige Bildungs-Verhältnisse, welche der vergleichenden Anatomie einen reichen Stoff zur Betrachtung liefern, entstehen und sich differenziren nach mechanischen Gesetzen, welche grösstentheils auf Anpassung an die physiologischen und morphologischen Verhältnisse des Gastrocanal-Systems beruhen.

Ganz allgemein können wir in Bezug auf die Anordnung der Spicula bei den Kalkschwämmen zwei Hauptformen des Skelets unterscheiden, nämlich I. Skelete mit ungeordneten Skelettheilen, bei denen die Nadeln ohne alle bestimmte Ordnung im Parenchym zerstreut sind, und II. Skelete mit geordneten Skelettheilen, bei denen irgend welche bestimmte Beziehungen und constante Regeln in der Lagerung der Nadeln erkennbar sind.

Völlig ungeordnete Skelete finden sich weder bei den Asconen, noch bei den Syconen, sondern nur bei den Leuconen vor, bei diesen aber um so häufiger. Bei vielen Leuconen sind allerdings die Spicula an bestimmten Körpertheilen (besonders an der gastralen und dermalen Fläche) so regelmässig angeordnet, wie bei Asconen und Syconen. Bei vielen anderen Leuconen hingegen sind die Nadeln des dichten Parenchyms entweder im ganzen Körper oder in einzelnen Theilen desselben so ohne alle bestimmte Ordnung und Regel durch einander gewebt, als ob sie gar keine Beziehungen weder zu einander, noch zu dem umgebenden Parenchym besässen. Offenbar ist dieser Umstand in Correlation zu der unregelmässigen Verzweigung der Parietal-Canäle, welche diese Familie characterisirt.

Bei den anderen beiden Familien der Kalkschwämme, bei den Asconen und Syconen, ist dagegen schon durch die eigenthümliche Bildung ihres Canal-Systems eine absolut unregelmässige Lagerung der Spicula von vornherein ausgeschlossen. Bei den Asconen ist die sehr geringe, überall sich gleich bleibende Dicke der Gastrocanal-Wand die Ursache, dass die Spicula (fast immer in einer einzigen einfachen Schicht) in der Fläche dieser dünnen Syncytium-Lamelle gelagert bleiben.

Dasselbe gilt auch von den primären Formen der Syconen *(Syconaga)*, während bei den secundären Formen derselben *(Syconopa* und *Syconusa)* schon durch die regelmässige Concrescenz der Radial-Tuben eine reguläre Lagerung und gesetzmässige Anordnung der Spicula bedingt wird.

Die allgemeinste Regel in der Anordnung der Spicula bei den Kalkschwämmen ist die, dass die Stabnadeln mit ihrer Längsaxe parallel derjenigen des Canals, in dessen Wand sie liegen — die Dreistrahler und die drei facialen Strahlen der Vierstrahler hingegen mit ihrer Facial-Ebene tangential zum Mantel des Cylinders, der die Grundform des Canals bildet, gelagert sind. Selten dagegen sind die einfachen Nadeln senkrecht auf die Längsaxe des Canals (also radial) gestellt, ebenso selten

die drei facialen Strahlen der Vierstrahler und Dreistrahler. Für den apicalen oder freien Strahl der Vierstrahler ist umgekehrt die radiale Stellung als das ursprüngliche Lagerungs-Verhältniss anzusehen.

Offenbar ist die bestimmte Art und Weise der Lagerung der Spicula in den Canalwänden ursprünglich unmittelbar durch den Wasserstrom bedingt, welcher den Canal durchfliesst, und zwar lässt sich in dieser Beziehung folgendes allgemeine Gesetz aufstellen: Die Längsaxe der Stabnadeln liegt in einem Meridian der Stromesrichtung. Bei den paarschenkeligen Dreistrahlern und Vierstrahlern ist der basale Schenkel parallel dem Stromeslauf und mit seiner Spitze dessen Richtung entgegengekehrt; die beiden lateralen Strahlen dagegen bilden mit der Stromeslinie einen Winkel, der sich meistens dem Rechten zu nähern strebt und oft wirklich zum Rechten wird, so dass die beiden Lateral-Schenkel ganz oder grösstentheils in einer geraden Linie liegen. Von den beiden Winkeln, welche jeder laterale Strahl bei seinem Durchschnitt mit der Stromlaufs-Linie bildet, wird der stumpfe Winkel durch den distalen, der spitze Winkel durch den proximalen Theil jener Linie gebildet.

Diesem Gesetze entsprechend finden wir nun bei denjenigen Kalkschwämmen, bei denen der Wasserstrom einen sehr geregelten Verlauf nimmt (vor allen also bei den Syconen, und demnächst bei den meisten Asconen, aber auch bei vielen Leuconen), dass eine weitere Regelung in der Anordnung der Spicula stattfindet, welche wir ein- für allemal als die Parallel-Ordnung bezeichnen wollen. Diese besteht darin, dass die entsprechenden Schenkel der benachbarten Spicula parallel laufen, und zwar sind die basalen Schenkel aboral nach abwärts oder auswärts gerichtet, mit ihrer Spitze der Stromesrichtung gerade entgegengesetzt; die lateralen Schenkel hingegen divergiren oral nach aufwärts oder einwärts, so dass jeder mit der Stromeslinie nach dem Laufe des Stromes hin einen spitzen oder rechten Winkel bildet.

Ausser diesem allgemeinsten Lagerungs-Gesetze finden sich noch eine Menge speciell geregelter Lagerungs-Verhältnisse; doch sind diese bei den drei Familien der Asconen, Leuconen und Syconen so verschieden, dass wir sie bei jeder derselben gesondert betrachten wollen.

a. Das Skelet-System der Asconen.

Wie in der Bildung des Gastrocanal-Systems, so werden auch in der Bildung des Skelet-Systems die einfachsten und ursprünglichsten Verhältnisse der Organisation bei den Asconen gefunden. Zugleich ist das Skelet-System dieser Familie durch mehrere characteristische Eigenschaften ausgezeichnet, durch welche es in den meisten Fällen (jedoch nicht immer) von dem der übrigen Kalkschwämme sich unterscheidet. Nur die einfachsten und primitivsten Formen der Syconen (die-

jenigen des *Syconaga*-Typus) stimmen in diesen Beziehungen ganz mit den Asconen überein. Dies erklärt sich einfach daraus, dass die einfachste Sycon-Person (*Sycurus*-Form des *Syconaga*-Typus) eigentlich einen, durch strobiloide Knospung entstandenen Ascon-Stock *(Soleniscus)* repräsentirt.

Die erste characteristische Eigenschaft des Ascon-Skelets besteht darin, dass die Spicula ganz oder grösstentheils in der Fläche des Exoderms liegen. Das Gitterwerk, welches die Spicula des Ascon-Skelets durch ihre Aneinanderlagerung zusammensetzen, ist mithin stets ein flaches Netzwerk, dessen Balken sämmtlich in der Fläche des dünnen Dermal-Blattes, also annähernd in einer Ebene liegen; niemals ein Flechtwerk, dessen Balken sich in den verschiedensten Richtungen des Raumes kreuzen und durchflechten, wie es bei den Leuconen allgemein der Fall ist.

Für die drei Hauptformen der Nadeln ist in dieser Beziehung noch Folgendes zu bemerken: 1) Die Dreistrahler der Asconen liegen stets völlig in der Fläche des Dermal-Blattes und ragen niemals über dieselbe frei hervor; höchstens können die Spitzen der Strahlen ein wenig vortreten, so jedoch, dass sie stets von der dünnen Sarcodine-Lamelle des Syncytium überzogen bleiben (Taf. 1, Fig. 1). 2) Die Vierstrahler der Asconen liegen stets mit ihren drei facialen Strahlen völlig in der Fläche des Dermal-Blattes, ohne über dasselbe vorzutreten, ebenso wie die Dreistrahler; der vierte oder apicale Strahl hingegen springt immer nach innen frei in die Magenhöhle vor (Taf. 6, Fig. 1, 7, 9; Taf. 9, Fig. 2, 7; Taf. 13, Fig. 2q). 3) Die Stabnadeln der Asconen liegen ursprünglich ebenfalls ganz in der Fläche des Exoderms eingeschlossen (Taf. 7, Fig. 2). Jedoch treten sie bei der Mehrzahl der Asconen nachträglich mehr oder weniger nach aussen über diese Fläche hervor, so dass bloss das eine Ende eingeschlossen bleibt, das andere haarähnlich oder stachelähnlich über die Dermalfläche vorspringt.

Eine zweite characteristische Eigenschaft des Ascon-Skelets besteht darin, dass die Spicula in der dünnen Wand des Exoderms gewöhnlich nur eine einzige Schicht von Nadeln bilden; ein einziges Lager, in welchem die gleichartigen oder verschiedenartigen Spicula bald locker, bald gedrängter neben einander liegen. Selten verdickt sich das Exoderm und dann können sich zwei oder mehrere, über einander liegende Schichten von Spicula ausbilden. Dies ist der Fall bei *Ascetta dictyoides*, *A. loculosa* und *A. poterium* (Varietäten von *A. primordialis*); bei *Ascaltis Caroli* (Varietät von *A. Darwinii*); bei *Ascandra arachnoides* und *A. hispidissima* (Varietäten von *A. variabilis*); und noch bei einigen unbeständigen, übrigens seltenen Varietäten von anderen Ascon-Arten. Auch bei dieser Verdickung des Exoderms bleiben die Spicula parallel der Dermalfläche geschichtet, und verweben sich niemals in verschiedenen Richtungen des Raumes durch einander, wie es bei den Leuconen der Fall ist.

Eine dritte characteristische Eigenschaft des Ascon-Skelets, welche übrigens eine unmittelbare Consequenz der vorhergehenden ist, besteht darin, dass dasselbe zugleich Dermal-Skelet und Gastral-Skelet ist. Bei allen Asconen bleibt die Exoderm-Lamelle so dünn, dass kein Raum da ist für die Differenzirung eines besonderen dermalen und gastralen Skelets, wie solches bei den Leuconen und Syconen entsteht. Dieselben Spicula, welche als Dermal-Nadeln bei den Asconen die äussere Hautfläche stützen, bilden zugleich als Gastral-Nadeln die Stütze für die innere Magenfläche.

Eine vierte characteristische Eigenschaft des Ascon-Skelets besteht darin, dass gewöhnlich die Spicula an den verschiedenen Körperstellen nicht differenzirt, sondern in der ganzen Ausdehnung der Leibeswand, die zugleich Magenwand ist, von gleicher Beschaffenheit sind. Auch hierdurch stehen die Asconen in auffallendem Gegensatze zu den Leuconen und Syconen, bei denen sich an differenten Stellen der Leibeswand, z. B. am oralen und aboralen Ende, in dem proximalen und distalen Theile, oft sehr differenzirte Skelet-Bildungen entwickeln.

Diese letztere Regel erleidet übrigens einige Ausnahmen, die jedoch im Ganzen wenig Bedeutung haben. Namentlich ist hervorzuheben, dass bei einigen Asconen eine ähnliche Differenzirung des Skelets am oralen und aboralen Körperende beginnt, wie sie bei den Leuconen und Syconen sich häufig findet. So bildet sich namentlich bei einigen Asconen ein besonderes Mund-Skelet aus. In dem Peristom-Kranze der kranzmündigen Asconen *(Olynthium, Soleniscus, Nardoma, Tarroma)* zeigen sich die eigenthümlichen, äusserst dünnen und langen Stabnadeln (Stricknadeln), welche den Peristom-Kranz bei sämmtlichen kranzmündigen Kalkschwämmen bilden. Ferner entwickeln sich eigenthümliche locale Nadelformen in dem dünnen Körperstiele, durch welchen sich manche langgestielte Personen auszeichnen. Ein solches Stiel-Skelet, gebildet aus eigenthümlichen Dreistrahlern mit hypertrophischem Basal-Strahl und atrophischen Lateral-Strahlen, besitzen in dem dünnen Stiele z. B. *Ascetta blanca* und *Ascortis lacunosa*. Auch an der aboralen Basis, mit welcher die Asconen auf anderen Körpern festsitzen, entwickeln sich nicht selten durch Anpassung an die Oberfläche der letzteren mehr oder weniger unregelmässige Spicula, welche im übrigen Skelet nicht vorkommen. Endlich giebt es einzelne, dicht geflochtene Ascon-Stöcke, welche sich durch Differenzirung eines besonderen Rinden-Skelets an der Oberfläche des dichten Röhren-Geflechtes auszeichnen. Von diesen sind namentlich hervorzuheben: *Ascetta poterium* (Varietät von *A. primordialis*): Die Dreistrahler des Skelets bilden an der Oberfläche des Cormus eine besondere Rindenschicht (oder falsche Dermal-Membran) und sind doppelt so lang, viermal so dick, als die Dreistrahler des inneren Röhrengeflechtes; *Ascaltis decipiens* (Varietät von *A. cerebrum*): Die Dreistrahler gehen an der Oberfläche des Cormus aus der ursprünglichen regulären Gestalt in die irreguläre über und sind dicker als die re-

gulären Dreistrahler des inneren Röhren-Geflechtes; *Ascandra reticulata* (Varietät von *A. reticulum*): Eigenthümliche Stabnadeln entwickeln sich nur an der Oberfläche des Cormus, fehlen dagegen im Inneren. So kommen auch noch bei einigen anderen Asconen hie und da an einzelnen Körperstellen besondere Nadelformen zur Ausbildung, die an den übrigen Theilen des Körpers fehlen. Im Ganzen jedoch sind diese localen Differenzirungen des Skelets in der Ascon-Familie sehr selten und erreichen nicht annähernd die morphologische Bedeutung, welche sie bei den Leuconen und Syconen besitzen.

Anordnung der Spicula im Skelet der Asconen.

Wie aus der vorstehenden Characteristik des Ascon-Skelets hervorgeht, sind bei den Asconen die Spicula insofern niemals völlig regellos zerstreut, als sie stets in der Fläche der Exoderm-Lamelle liegen. Innerhalb dieser Fläche aber sind die Spicula entweder ungeordnet, d. h. ordnungslos durch einander gestreut, oder in einer bestimmten Ordnung regelmässig gelagert, geordnet. Dieser Unterschied hängt wesentlich in erster Linie von der Richtung der Strömungen im Ascon-Körper ab, und in zweiter Linie von der Form der Nadeln, die wiederum durch jene Strömungen mit bedingt wird; erst in dritter Linie wirken auch noch andere äussere Anpassungs-Verhältnisse auf die Lagerung der Spicula ein.

Ungeordnet, d. h. ohne jede bestimmte Regel innerhalb der Exoderm-Lamelle durch einander gestreut, finden sich die Spicula meistentheils bei jenen Ascon-Formen, bei denen die Wasser-Strömung im Canal-System unregelmässig, ohne constante Richtung ist. Das ist gewöhnlich der Fall bei den meisten mundlosen Formen *(Clistolynthus, Auloplegma)*; ferner bei denjenigen mündigen Formen, bei welchen in Folge vielfacher Anastomosen der Röhren die Strömung ebenfalls mehr oder weniger unregelmässig wird *(Nardopsida, Tarromida)*. Bei den meisten hierher gehörigen Formen liegen gewöhnlich die Spicula im Exoderm so ohne alle bestimmte Ordnung durcheinander, dass gar keine Gesetzmässigkeit daran wahrzunehmen ist.

Geordnet, d. h. nach einer bestimmten Regel innerhalb der Exoderm-Lamelle gelagert, finden sich hingegen die Spicula meistentheils bei jenen Ascon-Formen, bei denen die Wasser-Strömung im Canal-System regelmässig, von constanter Richtung ist. Das ist gewöhnlich der Fall bei den mündigen solitären Personen *(Olynthida)* und bei denjenigen Stöcken, die aus lauter mündigen Personen zusammengesetzt sind *(Soleniscida)*. Bei den meisten hierher gehörigen Formen sind die Spicula in der Syncytium-Lamelle nach bestimmten Regeln neben einander geordnet. Diese Regeln sind bei den verschiedensten Ascon-Arten dieselben, jedoch für die drei Hauptformen der Spicula, die Dreistrahler, Vierstrahler und Stabnadeln, besonders zu betrachten.

Die regelmässige Anordnung der Dreistrahler ist bei den Asconen stets diejenige, welche wir vorher als die parallele Anordnung bezeichnet haben. Die entsprechenden Schenkel der Dreistrahler laufen sämmtlich parallel, und zwar ist der basale Schenkel in aboraler Richtung mit seiner Spitze nach abwärts gegen die Basis gekehrt, während die beiden lateralen Schenkel in oraler Richtung gegen den Mund hin divergiren. Der basale Schenkel läuft bei wenig gewölbter Magenwand der Längsaxe der Person parallel; bei stark gewölbter Magenwand liegt er in einem Meridian, welcher die beiden Pole der Längsaxe verbindet (Taf. 1, Fig. 1). Die beiden lateralen Schenkel hingegen bilden mit dem basalen einen stumpfen Winkel, der gewöhnlich 120—105°, seltener 100—90° beträgt. Diesen beiden lateralen oder paarigen Winkeln gegenüber liegt der orale oder unpaare Winkel, welcher von den beiden lateralen Schenkeln eingeschlossen ist und gewöhnlich 120—150°, seltener 160—180° beträgt. Je stärker sich diese sagittale Differenzirung bei den geordneten Dreistrahlern ausbildet, desto auffallender tritt auch die regelmässige parallele Ordnung im Habitus der Species hervor. Es ist aber ausdrücklich zu bemerken, dass dieselbe regelmässige Anordnung eben so wohl bei den regulären, wie bei den sagittalen Dreistrahlern sich findet.

Die regelmässige Anordnung der Vierstrahler ist bei den Asconen stets insofern derjenigen der Dreistrahler gleich, als die drei facialen Schenkel der Vierstrahler die eben geschilderte parallele Anordnung der Dreistrahler beibehalten; ihr vierter oder apicaler Strahl hingegen springt immer frei in die Magenhöhle vor (Taf. 6, Fig. 1, 7, 9; Taf. 9, Fig. 2, 7; Taf. 13, Fig. 2). Es liegt also auch bei allen geordneten Vierstrahlern der Asconen der basale Schenkel parallel der Längsaxe des Körpers (oder in einem Meridian seiner gewölbten Oberfläche), und mit seiner Spitze in aboraler Richtung nach abwärts, gegen die Basis der Person gekehrt. Die beiden lateralen Schenkel hingegen divergiren gegen den Mund hin, oralwärts. Der orale oder unpaare Winkel ist gegen den Mund geöffnet; die beiden lateralen oder paarigen Winkel nach seitwärts und abwärts. Auch bei den Vierstrahlern tritt die reguläre Anordnung im Habitus der Species um so auffallender hervor, je mehr sie sagittal differenzirt sind; je grösser der orale Winkel auf Kosten der beiden lateralen Winkel, und je länger (oder kürzer) der basale Schenkel auf Kosten der beiden lateralen Schenkel wird. Der vierte oder apicale Strahl springt bei allen Asconen, welche Vierstrahler besitzen, frei in die Magenhöhle vor. Selten ist er hier gerade, meistens mehr oder weniger gekrümmt oder hakenförmig, und dann stets mit seiner Spitze gegen die Mundöffnung hingewendet. Der verlängerte Apical-Strahl bildet dann mit der Längsaxe der Person einen Winkel, welcher in oraler Richtung stumpf, in aboraler Richtung spitz ist.

Die regelmässige Anordnung der Stabnadeln besteht bei den Asconen darin, dass dieselben in Meridian-Ebenen liegen, d. h. in Ebenen, welche durch

die Längsaxe der Person und die Magenwand gelegt sind. Selten liegen aber die Stabnadeln (wie es die parallelen Basal-Strahlen der Dreistrahler und Vierstrahler thun) ganz in der Fläche der Exoderm-Lamelle. Vielmehr treten sie mit dem oralen oder oberen, gegen die Mundöffnung gerichteten Theile frei über die Dermalfläche des Ascon hervor, während sie mit dem aboralen oder unteren, gegen die Basis der Person gerichteten Theile in der Syncytium-Lamelle verborgen sind (Taf. 7, Fig. 5; Taf. 13, Fig. 2s). Demnach liegen die geordneten Stabnadeln in der Meridian-Ebene nicht parallel der Längsaxe der Person, sondern ihre untere Verlängerung bildet mit der aboralen Verlängerung der Längsaxe einen spitzen Winkel, welcher gegen den Mund hin offen ist. Bisweilen wird dieser Winkel ziemlich gross und dann stehen die Stabnadeln aussen weit von der Dermalfläche ab. Unter einander laufen die benachbarten Stabnadeln natürlich ziemlich parallel.

In Betreff der Anordnung der Spicula im Ascon-Skelet ist schliesslich ausdrücklich zu bemerken, dass dieselbe keineswegs für die natürlichen Species characteristisch und innerhalb deren Formenkreis constant ist. Vielmehr ist dieselbe so sehr von der Richtung der Wasserströmungen abhängig, dass sie nach deren Verschiedenheit innerhalb einer und derselben Species die grössten Verschiedenheiten darbietet. So habe ich unter den vielen hundert Exemplaren, welche ich von *Ascetta primordialis*, *A. coriacea*, *Ascandra Lieberkühnii*, *A. variabilis* beobachtet habe, fast immer gefunden, dass sich die Spicula bei den mündigen Formen mit constanter Stromesrichtung (Olynthida, Soleniscida) regelmässig ordnen, mit parallelen Schenkeln. Bei den mundlosen Formen, sowie bei den einmündigen und gruppenmündigen Stöcken dieser nämlichen Arten hingegen sind die Nadeln gewöhnlich ohne regelmässige Anordnung zerstreut, entsprechend den unregelmässigen Strömungen.

b. Das Skelet-System der Leuconen.

Im Gegensatz zu den Asconen, bei welchen die Zusammensetzung und Differenzirung des Skelet-Systems die einfachsten und ursprünglichsten Verhältnisse zeigt, bieten die Leuconen umgekehrt die grösste Mannichfaltigkeit und die stärkste Differenzirung dar, welche im Skelet-System der Kalkschwämme überhaupt vorkommt. Dies gilt ganz besonders von der Grösse und Form der Spicula, sowie von der bestimmten Art und Weise, in welcher die Nadeln der verschiedenen Formen und Grössen-Stufen mit einander combinirt und auf verschiedene Stellen des Skelet-Systems vertheilt sind. Nur in der Familie der Leuconen hat die Unterscheidung der oben (p. 209) angeführten sechs Grössen-Stufen der Nadeln solchen Werth, dass sie überall für die Characteristik der natürlichen Species unmittelbar anzuwenden ist. Hingegen stehen die Leuconen mit Bezug auf die Regelmässigkeit der Lagerung und Verbindung der Skelet-Theile im Allgemeinen hinter den beiden anderen Familien

zurück. Doch ergeben sich auch in dieser Beziehung für das Leucon-Skelet einige characteristische Eigenthümlichkeiten.

Die erste characteristische Eigenschaft des Leucon-Skelets besteht darin, dass die Spicula niemals alle, wie bei den Asconen, in einer Fläche liegen, sondern dass stets ein Theil derselben in verschiedenen Flächen oder Ebenen liegt, welche sich nach verschiedenen Richtungen des Raumes kreuzen. Das Gitterwerk, das die sich kreuzenden Nadeln zusammensetzen, ist demnach niemals ausschliesslich ein flaches Netzwerk, wie bei den Asconen, sondern stets ein Flechtwerk von mehr oder weniger bedeutender Dicke.

Eine zweite characteristische Eigenschaft des Leucon-Skelets besteht darin, dass der grösste Theil der Spicula immer ohne alle Ordnung durch einander geworfen ist. Diese völlig unregelmässige Lagerung wird constant nur an der dermalen, canalen und gastralen Fläche durch eine mehr oder weniger regelmässige Anordnung ersetzt. In der Hauptmasse des Skelets hingegen, welches die ganze Dicke der Körperwand zwischen dermaler und gastraler Fläche durchsetzt und die Zwischenräume des Canalgeflechts ausfüllt, liegen die Spicula alle oder doch zum grössten Theile regellos zerstreut. Diese Eigenthümlichkeit steht in engster Correlation zu der unregelmässigen Bildung des Canal-Systems, dessen Ramal-Tuben immer mehr oder weniger regellos sich verästeln und anastomosiren.

Eine dritte characteristische Eigenschaft des Leucon-Skelets besteht darin, dass das Skelet der dermalen und gastralen Fläche verschieden von dem Skelet des inneren Parenchyms ist, dass zwischen beiden Flächen liegt. Gewöhnlich sind auch ausserdem die Skelete jener beiden Flächen unter sich verschieden. Diese Verschiedenheit beruht oft bloss auf einer regelmässigeren Lagerung der Spicula in der gastralen und dermalen Fläche; häufig aber auch auf einer sehr verschiedenen Grösse und Form derselben. Wir haben also als drei verschiedene Abtheilungen: 1) das Dermal-Skelet, 2) das Parenchym-Skelet und 3) das Gastral-Skelet zu betrachten.

Eine vierte characteristische Eigenschaft des Leucon-Skelets, die dasselbe ebenfalls mit dem Sycon-Skelet theilt, besteht darin, dass dasselbe sehr häufig an verschiedenen Körperstellen local differenzirt ist. So ist namentlich bei vielen Leuconen das Skelet in der Wand der verästelten Canäle, wenigstens der grösseren, eigenthümlich ausgebildet; bald gleich oder ähnlich dem Skelet der Gastralfläche, bald von diesem wiederum verschieden. Ausserdem finden sich oft noch besondere kleine Eigenthümlichkeiten der Skeletbildung in der Umgebung der Canal-Mündungen, der Gastral-Ostien und Dermal-Ostien. Ferner kommen specielle Skelet-Differenzirungen besonders am oralen und aboralen Pole der Längsaxe vor, an der Mundöffnung oben, und unten an der aboralen Basis, mit welcher der Schwamm aufsitzt. In dem letzteren Theile sind gewöhnlich die Spicula durch besonders un-

regelmässige Gestalt und Lagerung ausgezeichnet, eine Folge der Anpassung an die Unterlage, auf welcher der Leucon festgewachsen ist. An der Mundöffnung findet sich bei den nacktmündigen Leuconen gewöhnlich nichts Besonderes, bei den rüsselmündigen und kranzmündigen Leuconen hingegen dieselbe characteristische Skelet-Bildung, welche auch die rüsselmündigen und kranzmündigen Syconen auszeichnet.

Für die drei Hauptformen der Nadeln ist bezüglich ihres allgemeinen Verhaltens zum Leucon-Skelet Folgendes zu bemerken: 1) die Dreistrahler bilden in ganz überwiegender Menge die Hauptmasse des Skelets bei der grossen Mehrzahl der Leuconen, nämlich bei folgenden 22 Species: bei 5 Arten *Leucetta* (ausschliesslich!), bei 5 Arten *Leucaltis,* bei der einzigen *Leucortis*-Art und bei 11 Arten *Leucandra.* Bei allen diesen Leuconen besteht namentlich das mächtige Parenchym-Skelet ganz oder grösstentheils aus Dreistrahlern, während dieselben an der Bildung des dermalen und gastralen Skelets geringeren Antheil nehmen. Immer sind die Dreistrahler der Leuconen ganz von dem Syncytium des Exoderms umschlossen; niemals treten sie mit ihren Schenkeln frei über die dermale oder gastrale Fläche hervor; höchstens ragt bei den grösseren Formen der Dreistrahler hie und da eine freie Spitze ein wenig über die Fläche vor.

2) Die Vierstrahler bilden die Hauptmasse des Skelets bei folgenden 9 Leucon-Species: bei 2 Arten von *Leucilla* (ausschliesslich!), bei einer Art von *Leucaltis (bathybia),* bei der einzigen Art von *Leuculmis* und bei 5 Arten von *Leucandra.* Ausserdem nehmen sie bei vielen anderen Leucon-Arten bedeutenden Antheil an der Bildung des gastralen und canalen, weniger an der Zusammensetzung des dermalen Skelets. Sehr oft sind die Vierstrahler, gleich den Dreistrahlern, völlig im Parenchym versteckt. Niemals treten sie mit einem Schenkel frei über die Dermalfläche vor. Wo sie hingegen die Gastral-Fläche auskleiden, da springt gewöhnlich ihr Apical-Schenkel frei in die Magenhöhle vor, und zwar meistens mit der Spitze oralwärts, gegen die Mundöffnung hin gekrümmt, seltener gerade. Selten erscheint die mit Vierstrahlern belegte Gastralfläche glatt; dann liegen die drei facialen Schenkel derselben in der Gastralfläche, während der apicale Schenkel centrifugal nach aussen in das Wand-Parenchym hineinragt.

3) Die Stabnadeln bilden nur bei sehr wenigen Leuconen die Hauptmasse des Skelets, nämlich bei 3 Arten *Leucyssa* (ausschliesslich), und bei einer Art *Leucandra (cataphracta).* Hingegen spielen sie eine grosse Rolle im Dermal-Skelet vieler Leuconen. Gewöhnlich treten sie in Form von Haaren, Borsten oder Stacheln frei über die Dermal-Fläche vor. Seltener sind sie ganz im Parenchym versteckt. Eigenthümlich ist der gypsartige, aus Millionen winziger Stabnadeln zusammengesetzte „Stäbchen-Mörtel,“ welcher bei *Leucyssa cretacea* das ganze Skelet, bei 6 Arten von *Leucandra* (bei dem Subgenus *Leucomalthe)* einen sehr bedeutenden Theil des Skelets bildet.

Dermal-Skelet der Leuconen.

Die Dermalfläche oder äussere Oberfläche der Leuconen ist entweder glatt (kahl); oder stachelig (behaart). Eine glatte oder kahle Dermalfläche besitzt die grosse Mehrzahl der Leuconen, nämlich 29 Arten. Eine stachelige oder borstige Dermalfläche findet sich bloss bei 6 Arten dieser Familie. Die Stacheln, Borsten oder Haare, welche die letztere bilden, sind immer die distalen Enden von Stabnadeln, deren proximale Enden im Wand-Parenchym stecken.

Die glatte oder kahle Dermalfläche der Leuconen wird in den meisten Fällen durch Dreistrahler, seltener durch Vierstrahler oder Stabnadeln, oft aber durch ein Gemisch von zwei oder von allen drei Hauptformen der Spicula gebildet. Gewöhnlich zeichnet sich das glatte Dermal-Skelet der Leuconen durch grosse Festigkeit vor dem mehr lockeren Parenchym der Wand aus. Das rührt daher, dass die Nadeln in demselben enger gedrängt und regelmässiger angeordnet liegen als in dem unregelmässig spongiösen Wand-Parenchym.

Die Dreistrahler, welche bei der grossen Mehrzahl der Leuconen die Hauptmasse des Dermal-Skelets, bei vielen dasselbe ausschliesslich zusammensetzen, liegen selten in einer, gewöhnlich in mehreren parallelen Schichten in der Dermalfläche und unmittelbar unter derselben. Gewöhnlich liegen sie in dieser Fläche ohne Ordnung durch einander, seltener dergestalt regelmässig geordnet, dass der eine (basale) Strahl parallel der Längsaxe der Person aboral nach abwärts gekehrt ist, während die beiden anderen (lateralen) Strahlen oralwärts divergiren. Gewöhnlich sind in diesem Falle die Dreistrahler dergestalt sagittal differenzirt, dass der basale Strahl länger als die beiden lateralen, und ebenso auch der orale Winkel grösser als die beiden lateralen ist. Oft liegen in dem glatten Dermal-Skelet der Leuconen einzelne grosse oder colossale Dreistrahler unregelmässig zerstreut, während die Hauptmasse der Decke aus mittelgrossen oder mittelkleinen Dreistrahlern besteht. Sehr eigenthümlich sind die Dreistrahler in der glatten Dermaldecke von *Leucandra pulvinar*, welche ebenso wie in der Gastraldecke dieser Art und der *Leucandra saccharata* gestaltet und geordnet sind (Taf. 38, Fig. 14). Zwischen den Hautporen sind hier die dichtgedrängten sagittalen Dreistrahler dergestalt angeordnet, dass der atrophische Basal-Strahl radial und centrifugal gegen das Centrum der Poren gerichtet ist, während die hypertrophischen Lateral-Strahlen in tangentialer Richtung die Poren-Ränder berühren oder einer Tangente parallel laufen.

Eine sehr merkwürdige Entwickelung erlangt das aus Dreistrahlern gebildete Dermal-Skelet bei zwei Leucon-Arten, bei *Leucetta corticata* (Taf. 22, Fig. 5—8) und *Leucaltis clathria* (Taf. 28, Fig. 3a—3c). Hier verdickt sich nämlich die Dermaldecke zu einer besonderen festen Rinden-Schicht, welche durch Lagerung, Grösse und Form der constituirenden Dreistrahler völlig verschieden ist von der lo-

ckeren, darunter gelegenen Mark-Schicht, die zugleich das Wand-Parenchym und die Gastral-Fläche repräsentirt. Die Dreistrahler der dermalen Rinden-Schicht (Taf. 22, Fig. 6; Taf. 28, Fig. 3a) sind bei diesen beiden, nahe verwandten Leuconen regulär, mittelgross, mit geraden, spitzen, konischen Schenkeln, und ohne Ordnung, dicht an einander gedrängt, in mehreren parallelen Schichten über einander gelagert. Die Dreistrahler der inneren Mark-Schicht hingegen (Taf 22, Fig. 7, 8; Taf. 28, Fig. 3c) sind sagittal, rechtwinkelig, winzig, mit verbogenen, stumpfen, cylindrischen Schenkeln, vielmal kleiner als die gänzlich verschiedenen Dreistrahler der Rinde. Beide Schichten sind ganz scharf getrennt.

Die Vierstrahler sind im Dermal-Skelet der Leuconen stets dergestalt gelagert, dass ihre drei facialen Strahlen in der Dermalfläche (oder dieser parallel, unmittelbar darunter) liegen; während der vierte oder apicale Strahl senkrecht auf der Dermalfläche steht und in radialer Richtung centripetal nach innen vorspringt. Gewöhnlich ist dieser Apical-Strahl länger und stärker als die drei anderen, und sitzt in dem Wand-Parenchym wie ein Nagel, dessen Kopf in drei Zacken (die drei Facial-Schenkel) ausläuft. Meistens endigt der Apical-Strahl im Wand-Parenchym, indem seine Spitze noch nicht die Gastral-Fläche erreicht. (Taf. 24, Fig. 8; Taf. 30, Fig. 1, 11d; Taf. 36, Fig. 3c.) Bisweilen aber ist der hypertrophische Apical-Strahl so verlängert, dass er mit seiner centripetalen Spitze die Gastralfläche nicht allein erreicht, sondern sie auch durchbohrt, und frei in die Magenhöhle vorspringt; so namentlich bei *Leucaltis clathria* (Taf. 28, Fig. 3b) und *Leucandra Johnstonii* (Taf. 34, Fig. 1d). Die drei facialen Strahlen der dermalen Vierstrahler verhalten sich wie die dermalen Dreistrahler, und sind gewöhnlich ohne Ordnung in der Dermalfläche durch einander gestreut, bisweilen aber auch parallel geordnet, mit aboralwärts gerichtetem Basal-Strahl und oralwärts divergirenden Lateral-Strahlen. In diesem Falle sind dann auch die Vierstrahler gewöhnlich sagittal differenzirt (Taf. 24, Fig. 8).

Die dermalen Stabnadeln sind bei den Leuconen mit kahler Dermalfläche grösstentheils irregulär in der Dermalfläche zerstreut, seltener regulär geordnet. Doch sind in dieser Beziehung folgende besondere Fälle zu unterscheiden. Bei *Leucyssa spongilla*, *Leucortis pulvinar*, *Leucandra crambessa* und anderen liegen die colossalen Stabnadeln in der dermalen Fläche ohne alle Ordnung zerstreut. Bei *Leucandra caminus* ordnen sie sich (wie das auch bei *L. crambessa* schon bisweilen geschieht) parallel der Längsaxe des Körpers oder in Meridian-Linien. Bei *Leucandra alcicornis* erreichen die colossalen Stabnadeln der glatten Dermalfläche eine aussergewöhnliche Entwickelung. Sie bilden hier einen besonderen dicken und starren Panzer, eine feste Rinden-Schicht, welche sich scharf von der gänzlich verschiedenen, bloss aus Dreistrahlern und Vierstrahlern zusammengesetzten Mark-Schicht absetzt (ganz wie bei *Sycandra glabra*). Der Rinden-Panzer ist bloss aus einer mehrfachen (selten einfachen) Schicht von spindelförmigen colossalen Stabnadeln zu-

sammengesetzt, welche sämmtlich longitudinal, parallel der Längsaxe der Person, dicht an einander gedrängt in der Dermalfläche oder dieser parallel liegen. Bei *Leucandra cataphracta* bilden diese longitudinalen parallelen Stabnadeln die Hauptmasse des Skelets, indem sie die kleinen Dreistrahler und Vierstrahler fast verdrängen.

In einer ganz eigenthümlichen Weise nehmen die Stabnadeln an der Bildung des Dermal-Skelets bei denjenigen Leuconen Theil, welche sich durch einen Stäbchen-Mörtel auszeichnen. Dieser Stäbchen-Mörtel besteht aus Unmassen von äusserst kleinen, winzigen Stabnadeln, welche ohne alle Ordnung und so dicht gedrängt in dem Syncytium durch einander liegen, dass eine mörtelartige oder gypsartige Masse entsteht. Der Stäbchen-Mörtel bildet bei *Leucyssa cretacea* für sich allein das ganze Skelet. Ausserdem findet er sich nur bei 6 Arten von *Leucandra*, welche das besondere Subgenus *Leucomalthe* bilden. Bei einer von diesen Arten kommt er nur im Wand-Parenchym vor *(L. nivea)*. Bei einer anderen Art *(L. bomba*, Taf. 38, Fig. 1, 2) bildet er nur die Dermal-Decke, welche sich hier in Form einer besonderen Rinden-Schicht von dem Wand-Parenchym abhebt. Am stärksten entwickelt ist der Stäbchen-Mörtel bei *L. stilifera* und *L. saccharata*, wo er die weisse, glatte Oberfläche wie ein fester Gypsguss oder Zuckerguss überzieht.

Die stachelige oder behaarte Dermalfläche der Leuconen wird stets durch colossale Stabnadeln gebildet, welche mehr oder minder abstehend mit ihrem distalen Theile aus der Dermalfläche hervorragen, in welcher sie mit ihrem proximalen Theile befestigt sind. Eine solche behaarte, borstige oder stachelige Dermalfläche findet sich nur bei sechs Leucon-Arten, nämlich bei *Leucyssa incrustans, Leuculmis echinus* (Taf. 30, Fig. 1, 11) und bei 4 Arten *Leucandra (L. aspera;* Taf. 35; Taf. 36, Fig. 4—6; *L. fistulosa, L. ananas, L. ochotensis)*. Bei *Leucandra ochotensis* und bei *L. ananas*, var. *penicillata* sind die Stabnadeln gruppenweise zusammengedrängt und in Bündel oder Büschel vereinigt, welche wie Pinsel oder Zotten aus der Dermalfläche hervorragen. Bei den übrigen angeführten Arten stehen sie auf der Dermalfläche bald spärlicher, bald dichter gehäuft. Bald ragen sie senkrecht oder nur wenig geneigt aus der Dermalfläche vor (z. B. *Leuculmis echinus*, Taf. 30, Fig. 1); bald liegen sie in Meridian-Ebenen mehr oder weniger gegen die Längsaxe der Person geneigt, so dass sie mit dieser oralwärts einen spitzen Winkel bilden (Taf. 36, Fig. 5). Das innere oder proximale Ende der dermalen Stabnadeln erreicht bald kaum die Mitte des Wand-Parenchyms, bald fast die gastrale Fläche. Je nachdem die Stabnadeln feiner oder gröber, spärlicher oder zahlreicher, mehr oder weniger gegen die Längsaxe geneigt sind, erscheint die Dermalfläche mehr behaart, borstig oder stachelig u. s. w. Bei *Leucandra lunulata* (Taf. 31, Fig. 2f; Taf. 37, Fig. 1) stecken die dermalen Stabnadeln zwar wie Pflöcke oder Palisaden in der Dermalfläche; legen sich aber mit ihren sichelförmig gekrümmten Enden dergestalt oralwärts über einander, dass die Dermalfläche nicht stachelig, sondern glatt

und anliegend behaart erscheint. Wenn die Neigung der vorstehenden Stabnadeln gegen die Dermalfläche so stark wird, dass sie parallel und longitudinal gelagert fast in die Dermal-Fläche selbst zu liegen kommen, so entsteht der dermale Panzer, welcher *Leucandra alcicornis* auszeichnet.

Parenchym-Skelet der Leuconen.

Das Parenchym der dicken Magenwand oder Körperwand, welches zwischen der Dermalfläche und Gastralfläche der Leuconen liegt, und die Zwischenräume zwischen den unregelmässig verästelten und anastomosirenden Canälen der Magenwand ausfüllt, besteht aus einer Masse von Kalknadeln, welche gewöhnlich in den umhüllenden Sarcodine-Strängen und Membranen ohne alle Ordnung durch einander gestreut sind. Bestimmte Structur- und Lagerungs-Verhältnisse treten hier weniger hervor, als überall anders bei den Kalkschwämmen. Diese völlig regellose und ungeordnete Zusammensetzung des dichten Wand-Parenchyms bei den Leuconen steht in der engsten Correlation zu der ebenso unregelmässigen Bildung ihres Gastrocanal-Systems.

Im Allgemeinen bietet die regellose Zusammensetzung des Parenchym-Skelets der Leuconen so wenig bedeutende Form-Verschiedenheiten dar, dass wir uns hier darüber sehr kurz fassen können. Als zwei allgemein verschiedene Kategorien lassen sich höchstens homotecte und heterotecte Parenchym-Skelete unterscheiden. Als homotectes Parenchym-Skelet kann man dasjenige bezeichnen, welches in seiner ganzen Masse wesentlich aus denselben Formbestandtheilen, und namentlich aus Nadeln von einer und derselben Grösse zusammengesetzt ist. Als heterotectes Parenchym-Skelet lässt sich dasjenige trennen, welches aus wesentlich differenten Formbestandtheilen und namentlich aus Nadeln von sehr verschiedener Grösse zusammengesetzt ist.

Unter den verschiedenen Formen des heterotecten Skelets sind diejenigen besonders von Bedeutung, bei denen sich ein gröberes Balken-Gerüst von einer feineren Füllungs-Masse differenzirt. Es kommt nämlich bei den Leuconen sehr häufig vor, dass überall im Wand-Parenchym zerstreut einzelne, besonders grosse und starke Spicula sich ausbilden, welche bald isolirt bleiben, bald sich an einander legen und so ein mehr oder weniger festes und weitläufiges Gerüst oder Fachwerk (Balken-Gerüst) darstellen, dessen Lücken und Maschen grösstentheils von einer Masse kleinerer und kleinster Nadeln (Füllungs-Masse) ausgefüllt werden.

Die Dreistrahler, welche bei der grossen Mehrzahl der Leuconen entweder das ganze Parenchym-Skelet oder doch die Hauptmasse desselben zusammensetzen, sind gewöhnlich irregulär, selten regulär und noch seltener sagittal. Ein Wand-Parenchym, welches bloss aus regulären Dreistrahlern zusammengesetzt ist, findet sich bei *Leucetta primigenia* (Taf. 21) und *L. trigona* (Taf. 22, Fig. 1—1 f); gemischt mit Vierstrahlern bei *Leucaltis floridana*, und gemischt mit Stabnadeln bei *Leucan-*

dra caminus. Ein Wand-Parenchym, das nur aus sagittalen Dreistrahlern besteht, besitzt *Leucetta sagittata* (Taf. 22, Fig. 2); auch das Mark-Parenchym der vorher beschriebenen *Leucetta corticata* (Taf. 22, Fig. 7, 8) und der nahverwandten *Leucaltis clathria* (Taf. 28, Fig. 3c) ist bloss aus sagittalen Dreistrahlern zusammengesetzt, (bei letzterer gemischt mit sagittalen Vierstrahlern). Bei den meisten übrigen Leuconen besteht die Hauptmasse des Wand-Parenchyms aus mehr oder weniger irregulären Dreistrahlern, die jedoch in den Canalwänden und deren Nähe meistens in sagittale übergehen. Bisweilen bilden zerstreute colossale Dreistrahler ein Gerüst, dessen Füllungsmasse von kleinen Dreistrahlern gebildet wird; so bei *Leucetta primigenia*, var. *microraphis* und *megaraphis*, bei *Leucaltis floridana*, *Leucaltis solida* etc.

Die Vierstrahler bilden das ganze Parenchym oder die Hauptmasse desselben nur bei sehr wenigen Leuconen, nämlich bei den neun folgenden Arten. Bei *Leucilla capsula* sind die Vierstrahler des Parenchyms völlig irregulär und ohne alle Ordnung durch einander gewebt. Bei *Leucilla amphora* (Taf. 24, Fig. 8) und bei *Leuculmis echinus* (Taf. 30, Fig. 1, 11) wird durch die centripetalen Apical-Strahlen der dermalen Vierstrahler und durch die ihnen entgegen kommenden centrifugalen Apical-Strahlen der gastralen Vierstrahler ein Gerüst gebildet, dessen Füllungs-Masse aus viel kleineren irregulären, dicht durch einander gefilzten Vierstrahlern besteht. Bei *Leucaltis bathybia* wird ebenfalls das formgebende Gerüst des Parenchyms aus grösseren Vierstrahlern, die Füllungsmasse hingegen aus kleineren Dreistrahlern zusammengesetzt. In sehr eigenthümlicher Weise ist das Wand-Parenchym von *Leucandra cucumis* (Taf. 36, Fig. 2, 3) bloss aus Vierstrahlern zusammengesetzt. Diese bilden hier zwei ganz getrennte Schichten, eine innere und eine äussere. Die innere oder Mark-Schicht besteht aus mittelkleinen irregulären Vierstrahlern, welche ohne jede Ordnung durch einander liegen. Die äussere oder Rinden-Schicht besteht dagegen aus zwei parallelen Lagen von grossen regulären Vierstrahlern, deren Facial-Strahlen in zwei, der Dermalfläche parallelen Ebenen liegen; die Facial-Schenkel der inneren Lage bedecken die äussere Fläche der Markschicht und ihr Apical-Strahl springt centrifugal nach aussen vor; die Facial-Schenkel der äusseren Lage befinden sich unmittelbar unter dem Dermal-Skelet und ihr Apical-Strahl springt centripetal nach innen vor; beiderlei apicale Schenkel begegnen sich und stützen die Wände der Subdermal-Höhlen. Bei vier anderen Arten von *Leucandra* (*L. Johnstonii*, *L. ochotensis*, *L. stilifera* und *L. saccharata*) wird das Wand-Parenchym grösstentheils durch ein Gerüst von irregulären colossalen und grossen Vierstrahlern gebildet, welche durch Stäbchen-Mörtel umhüllt und verkittet werden; bei den beiden letzten Arten ist dieser besonders reichlich entwickelt und bildet eine dichte Füllungsmasse in den Lücken des Gerüstes.

Die Stabnadeln nehmen im Ganzen an der Bildung des Wand-Parenchyms der Leuconen nur geringen Antheil und sind hier ohne alle Ordnung durch einander ge-

webt, so namentlich bei den drei Leucyssa-Arten, wo sie das ganze Skelet zusammensetzen; ferner bei *Leucortis pulvinar* und bei mehreren *Leucandra*-Arten (*L. Egedii, L. caminus, L. Gossei*), wo sie zwischen den Dreistrahlern des Mark-Parenchyms zerstreut liegen. Der Stäbchen-Mörtel, welcher bei den vier oben genannten *Leucandra*-Arten die Vierstrahler des Wand-Parenchyms und bei *L. nivea* die Dreistrahler desselben überzieht und als Füllungsmasse verbindet, wird aus ungeheueren Massen von winzigen Stabnadeln gebildet, welche ebenfalls ohne alle Ordnung zusammengedrängt sind. In regelmässiger Lagerung setzen die Stabnadeln das Wand-Parenchym nur bei einer einzigen Leucon-Art zusammen, nämlich bei *Leucandra cataphracta* (Taf. 37, Fig. 2). Die ganze Wand besteht hier aus mehreren parallelen Schichten von colossalen longitudinalen Stabnadeln, welche durch einen Kitt von mittelkleinen Dreistrahlern verbunden und zu einem starren Panzer verkittet werden.

Gastral-Skelet der Leuconen.

Die Gastralfläche oder die innere Oberfläche der Magenhöhle, auf welcher die Ramal-Canäle des Wand-Parenchyms durch die Gastral-Ostien münden, ist bei den Leuconen entweder glatt (kahl) oder stachelig (behaart). Von den 35 Species der Leuconen besitzen 16 eine glatte, und 19 Arten eine stachelige oder borstige Gastralfläche. Die Stacheln, Borsten oder Haare, welche die letztere bedecken, sind immer die frei vorspringenden Apical-Schenkel von Vierstrahlern, deren drei Facial-Schenkel in der Gastralfläche liegen.

Die glatte oder kahle Gastralfläche wird bei der Mehrzahl der Leuconen, bei denen sie sich findet, nähmlich bei zehn Arten, durch Dreistrahler, bei vier Arten durch Stabnadeln und nur bei zwei Arten durch Vierstrahler gebildet.

Die Dreistrahler setzen das Skelet der Gastralfläche ausschliesslich bei zehn Leucon-Arten zusammen. Sie liegen immer in einer einfachen oder mehrfachen Schicht, in der Gastralfläche dicht gedrängt, bald ungeordnet, bald geordnet. Bei *Leucetta primigenia*, *Leucetta trigona* und *Leucaltis floridana* besteht das glatte Gastral-Skelet bloss aus regulären Dreistrahlern, welche ohne Ordnung in der Gastralfläche liegen. Bei *Leucetta pandora* ist es dagegen aus ungeordneten irregulären Dreistrahlern zusammengesetzt. Bei *Leucetta sagittata* (Taf. 22, Fig. 2), *Leucaltis crustacea* und *Leucandra cucumis* besteht das Gastral-Skelet bloss aus sagittalen Dreistrahlern, welche dergestalt mit parallelen Schenkeln geordnet sind, dass die Basal-Strahlen parallel der Längsaxe aboral nach abwärts laufen, die Lateral-Strahlen oralwärts divergiren. Bei *Leucetta corticata*, *Leucortis pulvinar* und *Leucandra saccharata* (Taf. 38, Fig. 14) besteht das Gastral-Skelet ebenfalls bloss aus sagittalen Dreistrahlern; diese sind aber hier dergestalt geordnet, dass die atrophischen Basal-Schenkel radial und centrifugal gegen die Mitte der Gastral-Ostien gerichtet sind, während die hypertrophischen lateralen Schenkel tangential am Rande dieser Ostien

oder parallel deren Tangenten liegen. Während die Dreistrahler bei den vorstehend angeführten zehn Arten das Skelet der Gastralfläche ausschliesslich zusammensetzen, finden sie sich ausserdem gewöhnlich auch noch gemischt mit Vierstrahlern in der Gastralfläche derjenigen Leuconen, bei welchen die letztere stachelig oder behaart ist.

Die Stabnadeln bilden das Skelet der Gastralfläche nur bei vier Leucon-Arten, nämlich bei den drei *Leucyssa*-Arten und bei *Leucandra stilifera*. Bei diesen vier Leuconen ist die Gastralfläche ganz glatt und die Stabnadeln liegen in derselben in mehreren Schichten dicht gedrängt ohne Ordnung durch einander, ohne über dieselbe vorzutreten.

Die Vierstrahler setzen das Gastral-Skelet bei der Mehrzahl aller Leuconen zusammen, und zwar entweder allein, oder gemischt mit Dreistahlern. Nur bei zwei Arten ist die mit Vierstrahlern belegte Gastralfläche kahl oder ganz glatt. Hier liegen die drei facialen Schenkel der Vierstrahler in der Gastralfläche, während der vierte oder apicale Schenkel nach aussen centrifugal in das Wand-Parenchym vorspringt. Dies ist der Fall bei *Leucilla capsula* und *Leuculmis echinus* (Taf. 30, Fig. 11 g).

Eine stachelige oder borstige Gastralfläche findet sich bei folgenden 19 Leuconen: bei *Leucilla amphora*, bei vier Arten *Leucaltis* und bei vierzehn Arten *Leucandra* (vergl. Bd. II, p. 143 und 172). Die Stacheln, Borsten oder Haare, welche frei über die Gastralfläche vortreten und in die Magenhöhle hineinragen, sind in allen diesen Fällen die freien Apical-Schenkel von Vierstrahlern, deren drei Facial-Schenkel in der Gastral-Fläche liegen. Diese letzteren sind meistens sagittal differenzirt und mit parallelen Schenkeln dergestalt geordnet, dass der basale Schenkel parallel der Längsaxe des Magens aboral nach abwärts gerichtet ist, während die beiden lateralen Schenkel oralwärts divergiren. Gewöhnlich ist der gerade Basal-Strahl länger (seltener kürzer), als die gekrümmten (seltener geraden) Lateral-Strahlen. Der freie Apical-Strahl ist gewöhnlich kürzer als die drei facialen und meistens mehr oder weniger deutlich oralwärts gekrümmt. Er ist auf Taf. 31 (Fig. 1—4) und Taf. 32 (Fig. 1—6) links im Profil abgebildet, indem die Linie m — n den verticalen Längsschnitt der Gastralfläche andeutet.

Das Skelet der Gastrocanal-Wände bei den Leuconen verhält sich in dem proximalen Theile der grösseren Canäle gewöhnlich ganz gleich dem Skelet der Gastralfläche, während dasselbe in dem distalen Theile und in den kleineren Canälen indifferenter wird und sich gewöhnlich wenig oder nicht von dem Skelet des Wand-Parenchyms unterscheidet. Eigenthümlich ist die Auskleidung der Gastrocanal-Wände mit winzigen kreuzförmigen Vierstrahlern bei drei *Leucandra*-Arten (*L. nivea*, *L. Johnstonii*, *L. ochotensis*). Der frei vorspringende Apical-Strahl dieser Vierstrahler ist parallel der Längsaxe und der Wandfläche der Gastrocanäle proximalwärts gegen die Gastral-Ostien gerichtet (vergl. oben p. 201).

Das Skelet des Peristoms, insbesondere das Skelet der rüsselförmigen und der bekränzten Mundöffnung, verhält sich bei den Leuconen gerade so wie bei den Syconen und soll bei dieser Gruppe erörtert werden.

c. Das Skelet-System der Syconen.

In der Familie der Syconen erreicht das Skelet-System, ebenso wie das Canal-System, den höchsten Grad der Regelmässigkeit und Vollkommenheit; und auch hier zeigt sich wieder die innige Correlation der Entwickelung, welche zwischen diesen beiden Organ-Systemen besteht. Die ganz bestimmte und regelmässige Art und Weise, in welcher die Radial-Tuben aus der Magenwand der Syconen hervorknospen, mit einander theilweise oder ganz verwachsen, und so eine höhere organologische Einheit constituiren, ruft bestimmte eigenthümliche Differenzirungs-Verhältnisse in der Ausbildung des Sycon-Skelets hervor, welche dasselbe in ähnlicher Weise characteristisch auszeichnen, wie auch das Leucon-Skelet und das Ascon-Skelet durch bestimmte Eigenschaften characterisirt ist.

Die erste characteristische Eigenschaft des Sycon-Skelets besteht darin, dass das Skelet der Person, als Ganzes genommen, immer eine völlig regelmässige Zusammensetzung, und zwar stets einen bestimmt strahligen oder radialen Typus zeigt. Dieser ist unmittelbar bedingt durch den radialen Bau des Gastrocanal-Systems und wird erklärt durch die Entwickelungsgeschichte, welche die einzelne Sycon-Person als einen, durch reguläre strobiloide Gemmation entstandenen Ascon-Stock nachweist.

Eine zweite characteristische Eigenschaft des Sycon-Skelets besteht darin, dass sämmtliche Spicula desselben (mit wenigen Ausnahmen, die durch secundäre Anpassung bedingt sind) in Flächen (bald geordnet, bald ungeordnet) liegen. Die Nadeln bilden also, wie bei den Asconen, ein Netzwerk, welches bald aus einer einzigen dünnen Lage, bald aus mehreren über einander liegenden parallelen Schichten besteht. Niemals bilden hingegen die Spicula der Syconen innerhalb des Syncytium ein so unregelmässiges Flechtwerk, wie es allgemein bei den Leuconen vorkommt, ein Flechtwerk, das aus Nadeln, welche nach allen Richtungen des Raumes durcheinander liegen, zusammengesetzt ist.

Eine dritte characteristische Eigenschaft des Sycon-Skelets besteht darin, dass (mit sehr seltenen Ausnahmen!) gewöhnlich das Skelet der dermalen und der gastralen Fläche verschieden ist (wie bei den Leuconen); ausserdem aber wiederum eigenthümlich das Skelet der Radial-Tuben oder das Tubar-Skelet, welches zwischen beiden Flächen liegt. Nur sehr wenige von den allereinfachsten Sycon-Formen, welche sich ganz unmittelbar an die Asconen anschliessen, bilden hiervon eine Ausnahme *(Sycetta primitiva* und *S. sagittifera).* Wir haben also drei

verschiedene Abtheilungen: 1) das Dermal-Skelet, 2) das Tubar-Skelet und 3) das Gastral-Skelet der Syconen zu betrachten.

Eine vierte characteristische Eigenschaft des Sycon-Skelets, die jedoch von geringerer Bedeutung (weil nicht so constant) erscheint, und auch dem Leucon-Skelet zukommt, besteht darin, dass das Skelet (auch abgesehen von der Differenzirung der Magenwand im Ganzen) an verschiedenen Körperstellen local differenzirt ist. So finden wir namentlich bei allen rüsselmündigen und kranzmündigen Syconen (aber auch bei manchen nacktmündigen!) ein besonderes Mund-Skelet oder Peristom-Skelet. Bei manchen gestielten Syconen bilden sich im Stiele der Personen besondere Stiel-Nadeln aus (z. B. *Sycandra ampulla*, var. *petiolata*). Bei einzelnen Sycon-Arten, welche nicht wie gewöhnlich festgewachsen sind, sondern frei bleiben, bilden sich besondere Nadeln an der aboralen Basis, dem „Schwanze oder Wurzelschopfe" aus (so namentlich in höchst merkwürdiger Weise bei *Syculmis synapta* (Taf. 50, Fig. 5, 6). Auch bei anderen Syconen wird das Skelet an der aboralen Basis, mit welcher der Schwamm auf fremden Körpern aufsitzt, durch specielle Anpassung an die Form dieser letzteren, eigenthümlich modificirt.

Für die drei Hauptformen der Nadeln ist bezüglich ihres allgemeinen Verhaltens zum Sycon-Skelet Folgendes zu bemerken: 1. Die Dreistrahler bilden in ganz überwiegender Menge die Hauptmasse des Skelets bei der grossen Mehrzahl der Syconen, nämlich bei 29 Arten; und kommen überhaupt vor bei folgenden 31 Species: bei 5 Arten *Sycetta* (ausschliesslich!), bei 5 Arten *Sycaltis*, bei 3 Arten *Sycortis* und bei 18 Arten *Sycandra*. Bei zweien von diesen 31 Arten (bei *Sycaltis testipara* und *S. ovipara*, Taf. 47) sind die Dreistrahler auf die Dermalfläche beschränkt und fehlen im Tubar-Skelet. Bei den übrigen 29 Arten wird das Tubar-Skelet ausschliesslich oder doch grösstentheils durch Dreistrahler gebildet, während sie an der Bildung des dermalen und gastralen Skelets in sehr verschiedenem Maasse Antheil nehmen. Immer bleiben die Dreistrahler der Syconen völlig von dem Syncytium des Exoderm umschlossen. Niemals treten sie mit ihren Schenkeln über die gastrale oder dermale Fläche frei hervor. 2. Die Vierstrahler bilden das ganze Skelet oder die Hauptmasse des Skelets bei folgenden 7 Species: bei 4 Arten von *Sycilla* (ausschliesslich); bei 2 Arten von *Sycaltis* (*S. testipara* und *S. ovipara*) und bei der einzigen Art *Syculmis*. Ausserdem kommen sie in untergeordneter Bedeutung, nämlich bloss im Gastral-Skelet, noch bei 21 Species vor, bei den drei anderen *Sycaltis*-Arten und bei den 18 *Sycandra*-Arten. Bei *Sycandra arctica* und *Sycaltis perforata* finden sie sich ausserdem auch noch, gemischt mit Dreistrahlern, im Tubar-Skelet. Wo die Vierstrahler die Gastralfläche bekleiden, da springt gewöhnlich ihr apicaler Strahl frei in die Magenhöhle vor, während die drei facialen Strahlen in der Gastralfläche liegen. Niemals tritt ein Schenkel der Vierstrahler frei über die Dermalfläche vor.

3. Die Stabnadeln bilden das ganze Skelet nur bei einer einzigen Sycon-Art (*Sycyssa Huxleyi*). Ausserdem kommen sie gemischt mit Dreistrahlern oder Vierstrahlern noch bei 22 Sycon-Species vor, nämlich bei 18 Arten *Sycandra*, 1 Art *Syculmis* und 3 Arten *Sycortis*. Ihre Hauptbedeutung haben sie für das Dermal-Skelet. Bei allen Syconen, welche eine behaarte, borstige oder stachelige Oberfläche besitzen, besteht diese Bedeckung aus Stabnadeln. Selten nehmen sie dagegen an der Bildung des Gastral-Skelets Theil.

Dermal-Skelet der Syconen.

Die Dermalfläche oder die äussere Oberfläche der Syconen ist entweder glatt (kahl) oder stachelig (behaart). Eine glatte oder kahle Darmalfläche besitzt die Mehrzahl der Syconen, nämlich 22 Arten. Eine stachelige, borstige oder behaarte Oberfläche findet sich bei 15 Arten. Die Stacheln oder Haare, welche die letztere bedecken, sind stets die distalen freien Enden von Stabnadeln, deren proximale Enden in der Tuben-Wand stecken.

Die glatte oder kahle Dermalfläche wird in den meisten Fällen (bei 13 Arten) durch Dreistrahler gebildet, seltener (bei 5 Arten) durch Vierstrahler oder (bei 4, eigentlich bei 5 Arten) durch Stabnadeln.

Die Dreistrahler setzen das Dermal-Skelet im Ganzen nur bei 13 Sycon-Arten zusammen. Von diesen gehören 5 Arten zu dem primitiven *Syconaga*-Typus, 8 Arten zu den beiden anderen Typen (*Syconopa* und *Syconusa*). Bei den ersteren verhält sich das Dermal-Skelet wesentlich anders als bei den letzteren.

Bei den fünf Sycon-Arten des *Syconaga*-Typus, bei *Sycetta primitiva* (Taf. 41, Fig. 1, 3), *Sycetta sagittifera* (Taf. 42, Fig. 2), *Sycaltis conifera* (Taf. 45, Fig. 1—3) und endlich bei *Sycandra ciliata* und *S. coronata*, bilden die Dreistrahler des Dermal-Skelets zugleich das Tubar-Skelet. Die Radial-Tuben sind hier völlig frei oder nur an der Basis ein wenig verwachsen. Daher ist die ganze äussere Oberfläche der Tuben zugleich Dermalfläche. Die Dreistrahler liegen bei allen diesen fünf Arten dergestalt regelmässig geordnet, mit parallelen Schenkeln, dass ihre Basal-Strahlen radial gegen die Längsaxe der Person oder der Magenhöhle (also zugleich parallel der Axe der Tuben) und zwar in centrifugaler Richtung gegen das distale Ende der Tuben nach aussen gerichtet sind. Die lateralen Schenkel hingegen divergiren in proximaler Richtung, gegen die Magenaxe hin. Nur bei *Sycetta primitiva* sind die Dreistrahler regulär, bei den vier übrigen Arten sagittal.

Unter den Syconen der beiden anderen Typen (*Syconopa* und *Syconusa*), bei denen die Radial-Tuben entweder mit den Kanten oder mit den Flächen ganz oder grösstentheils verwachsen sind, ist das Dermal-Skelet bei 8 Arten aus einer ebenen Decke von Dreistrahlern gebildet, welche die glatte Dermalfläche überzieht. Bei 2 von diesen 8 Arten (*Sycetta stauridia* und *Sycaltis perforata*, Taf. 46, Fig. 9) ist

diese Decke aus regulären Dreistrahlern gebildet, welche ungeordnet in der Dermalfläche liegen. Bei den sechs anderen Arten hingegen, bei *Sycetta strobilus* und *S. cupula*, bei drei Arten *Sycaltis* (*S. glacialis*, Taf. 46, Fig. 4, 7; *S. testipara*, *S. ovipara*, Taf. 47, Fig. 6, 10) und bei *Sycortis laevigata* (Taf. 49, Fig. 1, 4) ist die glatte dermale Decke aus sagittalen Dreistrahlern gebildet, welche regelmässig und zierlich geordnet mit parallelen Schenkeln neben einander liegen; der längere und gerade Basal-Strahl ist parallel der Magenaxe in aboraler Richtung abwärts gerichtet, während die beiden kürzeren, meist gekrümmten Lateral-Strahlen oralwärts divergiren.

Die Vierstrahler setzen das Dermal-Skelet nur bei 5 Sycon-Arten zusammen, nämlich bei allen 4 Species von *Sycilla* (Taf. 43) und bei *Syculmis synapta* (Taf. 50). Bei diesen fünf Arten sind die dermalen Vierstrahler so gelagert, dass ihre drei facialen Strahlen in der Dermalfläche liegen, während der vierte oder apicale Strahl senkrecht auf der letzteren steht und in radialer Richtung centripetal nach innen vorspringt. Gewöhnlich ist dieser Apical-Strahl bedeutend länger und stärker als die drei facialen; er ist in die Tuben-Wand eingeschlossen und endigt gewöhnlich in derselben, unweit der Gastralfläche. Selten erreicht er diese letztere oder durchbohrt sie sogar, so dass seine Spitze frei in die Magenhöhle vorspringt. Dies Verhältniss, welches seine Parallele unter den Leuconen bei *Leucaltis clathria* und *Leucandra Johnstonii* findet, zeichnet *Sycilla chrysalis* aus (Taf. 43, Fig. 2, 3); dasselbe kehrt auch bei den subdermalen Vierstrahlern von *Sycaltis ovipara* wieder (Taf. 47, Fig. 9). Die drei facialen Schenkel der dermalen Vierstrahler sind bei den Syconen stets sagittal differenzirt und regelmässig angeordnet, so dass der gerade, meist verlängerte Basal-Schenkel parallel der Magenaxe aboral nach abwärts läuft, während die beiden lateralen (gewöhnlich kürzeren und gekrümmten) Schenkel oralwärts divergiren (Taf. 43, 50). Ebenso sind auch die subdermalen Vierstrahler von *Sycaltis testipara* und *S. ovipara* geformt und gelagert (Taf. 47, Fig. 6, 10).

Die Stabnadeln bilden eine kahle oder glatte Dermalfläche nur bei 5 Sycon-Arten (nämlich bei einer *Sycortis*-Art und bei 4 *Sycandra*-Arten); bei diesen aber nach drei gänzlich verschiedenen Typen. Bei *Sycortis laevigata* (Taf. 49, Fig. 1, 4) ist die ganz glatte Dermalfläche mit einer festen weissen Rindenschicht, wie mit einem Gypsguss oder Zuckerguss überzogen. Dieser besteht aus einer Schicht von regelmässig geordneten sagittalen Dreistrahlern (Fig. 4, 11, 12), welche durch einen eigenthümlichen mörtelartigen Kitt überzogen und verbunden sind. Der Kitt, welcher zugleich die Begrenzung der Dermal-Poren bildet, besteht aus einer Unmasse von sehr feinen, winzigen Stabnadeln, welche in der dermalen Sarcodine dicht durch einander gefilzt sind und einen ganz ähnlichen „Stäbchen-Mörtel" bilden, wie er bei den sechs *Leucandra*-Arten des Subgenus *Leucomalthe* massenhaft entwickelt ist, und bei *Leucyssa cretacea* sogar das ganze Skelet bildet (vergl. p. 308).

Unter den Syconen ist *Sycortis laevigata* bis jetzt die einzige Species, die diesen Stäbchen-Mörtel entwickelt.

In ganz anderer Weise setzen die dermalen Stabnadeln einen glatten Rinden-Panzer bei *Sycandra glabra* zusammen. Dieser ganz feste und starre Panzer besteht aus mehreren (meist 2—4, seltener 5—7) Lagen von colossalen Stabnadeln, welche der Dermalfläche parallel über einander geschichtet sind. In jeder Schicht liegen dicht gedrängt neben einander zahlreiche colossale Stabnadeln, welche sämmtlich parallel der Längsaxe der Person verlaufen, so dass deren Dermalfläche fein längs gestreift erscheint. Der Rinden-Panzer setzt sich scharf von dem inneren Skelet der darunter liegenden Radial-Tuben ab. Ganz dieselbe eigenthümliche Panzerbildung kehrt unter den Leuconen bei *Leucandra alcicornis* wieder (vgl. p. 307).

Nach einem dritten, ebenfalls ganz eigenthümlichen Modus, setzen die Stabnadeln ein glattes Dermal-Skelet bei den drei nahe verwandten *Sycandra*-Arten zusammen, welche wir in dem Subgenus *Sycostrobus* zusammengefasst haben (*S. arborea*, *S. alcyoncellum*, *S. elegans*, (Taf. 58, Fig. 3, 5, 7). Bei diesen drei zierlichen Syconen erscheint die kahle Dermalfläche schon für das blosse Auge oder bei ganz schwacher Vergrösserung ausgezeichnet durch eine ganz regelmässige Täfelung mit polygonalen Platten (ähnlich etwa einem Echiniden- oder Crinoiden-Panzer. Bei *Sycandra arborea* sind die polygonalen Dermal-Tafeln meistens viereckig, bei *S. alcyoncellum* sechseckig und bei *S. elegans* von wechselnder Form. Der äussere Habitus dieser Syconen unterscheidet sich dadurch so auffallend von dem der nächst verwandten Syconen, dass Blainville darauf schon 1834 das besondere Genus *Alcyoncellum*, Bowerbank 1845 seine Gattung *Dunstervillia* gründete, und Gray sogar 1867 aus diesen beiden Gattungen eine ganz besondere Familie der Kalkschwämme machte: *Alcyoncellidae* (Vergl. oben p. 48, 49, 52). So eigenthümlich nun auch bei diesen Syconen die regelmässige und zierliche Zusammensetzung der kahlen Dermal-Fläche aus den polygonalen Tafeln erscheint, so wenig ist dieselbe wesentlich verschieden von dem Dermal-Skelet der nächstverwandten Sycon-Arten, welche eine behaarte oder stachelige Dermalfläche besitzen. Jede von diesen eigenthümlichen Tafeln oder Platten ist nämlich nichts Anderes, als die Basis einer Pyramide oder eines Kegels, der aus zahlreichen, sehr dicht gedrängten kurzen Stabnadeln zusammengesetzt ist (Taf. 53, Fig. 1s, 2s; Taf. 54, Fig. 3s). Die Spitze dieses pyramidalen oder konischen Nadel-Büschels, dessen Axe radial und centripetal nach innen gerichtet ist, inserirt sich in dem Distal-Conus eines Radial-Tubus. Die dicht gedrängten Nadel-Büschel der benachbarten Tuben platten sich durch gegenseitigen Druck an den Berührungs-Rändern ihrer dermalen Grundflächen polygonal ab und bilden so die anscheinend kahle oder selbst glatte Dermalfläche, welche eigentlich wie die Bürstenfläche einer sehr feinen Hutbürste zusammengesetzt ist. Treten aus diesen dichten Büscheln von kurzen Stabnadeln einzelne sehr lange,

colossale Stabnadeln weit hervor, so wird plötzlich der äussere Habitus der Sycon-Person ein völlig anderer. Die Täfelung wird unsichtbar und die Dermalfläche erscheint behaart oder stachelig. So ist es namentlich bei der *Sycandra Humboldtii* (Taf. 54, Fig. 2) der Fall, welche äusserlich gänzlich von den drei angeführten getäfelten Sycon-Arten verschieden erscheint, und dennoch der *Sycandra elegans* (Taf. 54, Fig. 3) so nahe steht, dass sie kaum specifisch getrennt werden kann.

Eine stachelige oder behaarte Dermalfläche findet sich bei 15 Sycon-Arten: 1 Art *Sycyssa* (Taf. 44, Fig. 1), 2 Arten *Sycortis* und 12 Arten *Sycandra*. Sie wird in allen Fällen durch Stabnadeln gebildet, welche mit ihrem proximalen Ende innen in der Dermalfläche stecken, mit ihrem distalen Ende aussen frei hervorragen. Meistens steckt in dem distalen Theile jedes Radial-Tubus ein pinselförmiges Bündel oder Büschel von Stabnadeln, welches das Distal-Ende des Tubus in ganz ähnlicher Weise krönt, wie der Peristom-Kranz das Oral-Ende der kranzmündigen Sycon-Person. Dieser Vergleich gewinnt besondere Bedeutung, wenn wir uns an die ursprüngliche Homologie der Sycon-Person mit einem durch strobiloide Gemmation entstandenen Ascon-Stock erinnern. Das dermale Büschel von Stabnadeln am distalen Ende jedes Tubus ist dann gleichzustellen dem Peristom-Kranze der kranzmündigen secundären Ascon-Person *(Olynthium)*, welche durch den Radial-Tubus repräsentirt wird. Die ganze kranzmündige Sycon-Person aber *(Sycarium)*, deren Radial-Tuben solche Nadelbüschel tragen, ist gleichzustellen einem strobiloiden *Solenidium*. Bei einzelnen Sycon-Arten ist sogar noch das Osculum der secundären kranzmündigen Ascon-Personen in dem bekränzten Dermal-Ostium der Radial-Tuben erhalten.

Da bei den behaarten Syconen ursprünglich jeder Radial-Tubus sein eigenes dermales Büschel von Stabnadeln an seinem Distal-Ende trägt, so erscheint die Dermalfläche dieser Sycon-Arten ursprünglich immer büschelig-behaart, büschelig-zottig oder -stachelig. Dies tritt am deutlichsten bei den Syconen mit ganz freien Radial-Tuben *(Sycandra ciliata, S. coronata)* oder mit schlanken Distal-Kegeln hervor (*Sycandra ampulla, S. Schmidtii*, Taf. 58, Fig. 2, 6). Wo hingegen die Radial-Tuben in ihrer ganzen Länge verwachsen, oder wo die Zahl der Stabnadeln in den distalen Nadelbüscheln sehr gross wird, da drängen sich die Stabnadeln dicht an einander und die ganze Oberfläche des Sycon erscheint dann gleichmässig (nicht büschelig) behaart oder stachelig. Im übrigen ist die Behaarung ziemlich verschiedenartig, je nachdem die Stabnadeln lang oder kurz, dünn oder dick, biegsam oder starr sind. Nicht selten ragen sie senkrecht aus der Dermalfläche hervor, radial gegen die Längsaxe der Person gerichtet (Taf. 44, Fig. 1, 2; Taf. 59); häufiger jedoch sind sie mit dem äusseren distalen Ende mehr oder weniger gegen den Mundpol hin geneigt, so dass ihre innere Verlängerung oralwärts mit der Längsaxe einen spitzen Winkel bildet. Wenn dieser Winkel sehr klein wird, so können sich die Stabnadeln mehr oder weniger krümmen und so über einander legen, dass die Der-

malfläche anliegend behaart erscheint. Von dieser Lagerung, von dem Winkel, den die vortretenden Stabnadeln mit der Dermalfläche bilden, ferner von ihrer Zahl und gedrängten Stellung, von ihrer Länge, Dicke und Biegsamkeit, so wie endlich von der mannichfach verschiedenen Form ihres freien distalen Endes hängt es ab, ob die Dermalfläche dünn borstig oder bewimpert, dicht behaart oder sammetig, stachelig, anliegend behaart oder abstehend borstig erscheint u. s. w. Eine besondere Ausbildung erreicht das dermale Haarkleid bei *Sycyssa Huxleyi* (Taf. 44, Fig. 1, 2) und *Sycarium hystrix* (Taf. 59). Hier ist die Oberfläche bewaffnet mit einem Stachel-Panzer von colossalen und sehr dicken, starren Stabnadeln, welche fast die ganze Magenwand durchbohren und aussen weit hervorragen. Dazwischen aber findet sich ein dichter Pelz von äusserst feinen, dicht stehenden und verfilzten Borsten, die ebenfalls senkrecht aus der Dermalfläche vortreten.

Tubar-Skelet der Syconen.

Zwischen dem äusseren Dermal-Skelet und dem inneren Gastral-Skelet liegt bei den Syconen das Tubar-Skelet oder das Skelet der Radial-Tuben (entsprechend dem Parenchym-Skelet der Leuconen). Nur allein bei den wenigen Sycon-Arten des *Syconaga*-Typus, wo die Radial-Tuben ganz frei und nicht verwachsen sind, fällt das Tubar-Skelet natürlich mit dem Dermal-Skelet zusammen, wie bereits vorher gezeigt wurde. Während das Parenchym-Skelet der Leuconen, entsprechend dem unregelmässigen Verlauf ihrer verästelten Ramal-Tuben, immer eine mehr oder weniger unregelmässige Anordnung und Zusammensetzung zeigt, ist hingegen das Tubar-Skelet der Syconen, entsprechend dem regelmässigen Verlauf ihrer geraden und einfachen Radial-Tuben, durch regelmässige Anordnung und Zusammensetzung ausgezeichnet.

Bei der grossen Mehrzahl der Syconen, nämlich bei 29 Arten, wird das Tubar-Skelet ganz oder grösstentheils durch Dreistrahler gebildet, nur bei 7 Arten durch Vierstrahler, und nur bei einer einzigen Art durch Stabnadeln allein. Die regelmässige Anordnung und Zusammensetzung des Tubar-Skelets ist bei allen Syconen zunächst durch die radiale Richtung aller oder eines Theils der Nadel-Schenkel ausgesprochen, welche die Wand der Radial-Tuben stützen. In der Art und Weise, in welcher die Spicula die eigentliche Tuben-Wand zusammensetzen, finden sich jedoch zwei verschiedene Typen realisirt, welche wir kurz als gegliedertes und ungegliedertes Tubar-Skelet unterscheiden wollen. Ersteres kommt bei 27 Sycon-Arten vor, letzteres nur bei 10 Arten.

Das gegliederte Tubar-Skelet findet sich bei folgenden 27 Species: bei 4 Arten *Sycetta* (Taf. 41, Fig. 3; Taf. 42, Fig. 2, 6, 10); bei 2 Arten *Sycaltis* (*S. conifera*, Taf. 45, Fig. 2 und *S. perforata*, Taf. 46, Fig. 7); bei allen 3 Arten *Sycortis* (Taf. 48, Fig. 1, 3; Taf. 49, Fig. 3) und bei allen 18 Arten des Genus *Sycandra*

(Taf. 51—56). Dieses gegliederte Tubar-Skelet ist immer aus Dreistrahlern zusammengesetzt, und dadurch ausgezeichnet, dass in der Längsaxe (oder im radialen Durchmesser) des Tubus immer zwei oder mehrere (meistens 4—8) transversale Reihen oder Glieder von Dreistrahlern hinter einander liegen, wie an den citirten Figuren zn sehen ist (besonders deutlich auf Taf. 42, Fig. 2, 6, 10; Taf. 49, Fig. 3). Diese Dreistrahler sind meistens sagittal (seltener regulär oder irregulär), und immer ist der basale (meist verlängerte) Schenkel in centrifugaler Richtung nach aussen oder distalwärts gegen die Dermalfläche gekehrt (parallel der Axe des Radial-Tubus), während die beiden lateralen (meistens kürzeren) Schenkel nach innen gegen die Magenhöhle hin (in proximaler Richtung) divergiren. Je länger der Radial-Tubus ist, desto grösser die Zahl der Glieder, welche in dieser Weise völlig regelmässig mit parallelen Schenkeln der Dreistrahler angeordnet und gebildet sind. Eine einzige Ausnahme von dieser regelmässigen Anordnung macht nur die eigenthümliche, auch sonst sehr abweichende *Sycaltis perforata* (Taf. 46, Fig. 7, 8), wo die Dreistrahler regulär geformt sind, aber ungeordnet durch einander liegen.

Bei den meisten Syconen mit gegliedertem Tubar-Skelet sind auch die einzelnen Glieder, welche durch die transversal verlaufenden Lateral-Schenkel geschieden werden, wiederum differenzirt, und ebenso ihr Skelet. Nur bei *Sycetta primitiva* (Taf. 41, Fig. 3), wo sämmtliche Dreistrahler regulär sind, findet sich von dieser Differenzirung Nichts. Diese letztere zeigt sich darin, dass das erste oder innerste (proximale) Glied länger (oft doppelt so lang) als die folgenden, das äusserste (distale) Glied hingegen das kleinste ist. Die Dreistrahler des ersten (proximalen) Gliedes sind am stärksten sagittal differenzirt, meistens rechtwinkelig oder subrectangulär (Taf. 49, Fig. 3 unten; Taf. 51—56, links bei g). Ihr Basal-Schenkel ist hypertrophisch, bedeutend verlängert, ihr Oral-Winkel gewöhnlich bis 180° vergrössert, und die beiden kurzen Lateral-Schenkel legen sich mit convex gebogenem Proximal-Rande an die äussere (distale) Seite der Gastralfläche an. Die Dreistrahler der folgenden Glieder sind gewöhnlich schwächer sagittal differenzirt, ihre Basal-Schenkel weniger hypertrophisch, ihr Oral-Winkel meistens kleiner. Endlich am distalen Ende des Tubus, am letzten Gliede, gehen die sagittalen Dreistrahler meistens in die reguläre oder subreguläre, oft auch in die irreguläre Form über.

Die stärkste Differenzirung und dabei eine ganz eigenthümliche Ausbildung erleiden die tubaren Dreistrahler an den Distal-Kegeln derjenigen 4 *Sycandra*-Arten, welche wir in dem Subgenus *Sycostrobus* zusammengefasst haben, und welche sich auch ausserdem durch die vorher beschriebene Täfelung der Dermalfläche auszeichnen.

Hier findet sich am Distal-Conus jedes Tubus ein glockenförmiger, distalwärts geöffneter Kelch, einer Blumenkrone ähnlich, in dessen Grunde sich das oben beschriebene Büschel der dermalen Stabnadeln, einem Staubfaden-Busche vergleichbar, inserirt. Die glockenförmige Krone wird gebildet durch die höchst differenzirten

Dreistrahler des letzten (distalen) Gliedes. Der Basal-Schenkel derselben ist hypertrophisch, unverhältnissmässig gross und Sförmig gebogen. Die beiden Lateral-Schenkel hingegen sind ganz klein und atrophisch (Taf. 54, Fig. 2d, 3d). Der Basal-Schenkel wird hier 3mal so dick und lang als der Basal-Schenkel der proximalen, rechtwinkeligen Dreistrahler, deren Lateral-Schenkel umgekehrt gut entwickelt sind. Am stärksten ist diese merkwürdige Differenzirung ausgesprochen bei *Sycandra Humboldtii* (Taf. 54, Fig. 2d) und *S. elegans* (Taf. 54, Fig. 3d); viel schwächer ist sie bei *S. arborea* und *S. alcyoncellum* ausgebildet (Taf. 53, Fig. 1d, 2d); aber auch bei *S. Schmidtii* (Taf. 52, Fig. 1d) und einigen anderen Arten wird sie schon mehr oder weniger vorbereitet.

Alle Syconen mit gegliedertem Tubar-Skelet sind unter dem Mikroskop (an einem Längsschnitt ebenso wie an einem Querschnitt der Sycon-Person) auf den ersten Blick an der zierlichen Gitter-Structur zu unterscheiden.

Die regelmässige Anordnung der Dreistrahler in dem gegliederten Tubar-Skelet hat desshalb ein hohes Interesse, weil sie auf das Deutlichste zeigt, dass in erster Linie die Lagerung und in zweiter Linie sogar die Form der Dreistrahler unmittelbar durch die Richtung des Wasserstroms bewirkt wird, welcher regelmässig den Tubus durchläuft. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man bloss einen solchen gegliederten Radial-Tubus (Taf. 41, Fig. 3, Taf. 49, Fig. 3) mit einem solitären *Olynthus* zu vergleichen (Taf. 1, Fig. 1). In beiden sind die Dreistrahler regelmässig geordnet, mit parallelen Schenkeln. Während aber beim *Olynthus* die Basal-Strahlen aboralwärts nach unten gerichtet sind, entgegen dem Wasserstrom, der oralwärts nach oben läuft und durch die Mundöffnung austritt, so sind die entsprechenden Basal-Strahlen im Radial-Tubus des *Sycon* distalwärts nach aussen gerichtet, ebenfalls dem Wasserstrom entgegen, der hier proximalwärts nach innen läuft und durch das Dermal-Ostium in die Tubenhöhle eintritt, durch das Gastral-Ostium in die Magenhöhle austritt. Wie nun in beiden Fällen zunächst diese constante Lagerung der Dreistrahler durch die Richtung des Wasserstroms bestimmt wird, so ist derselbe auch weiterhin auf die Differenzirung ihrer Form in beiden Fällen von gleichem Einfluss gewesen.

Das ungegliederte Tubar-Skelet findet sich bei folgenden 10 Sycon-Arten: bei *Sycetta stauridia;* bei allen 4 Sycilla-Arten, bei der einzigen *Sycyssa*-Art, bei 3 *Sycaltis*-Arten und bei der einzigen *Syculmis*-Art. Diese zehn *Sycon*-Species gehören sämmtlich zum *Syconusa*-Typus; d. h. bei allen sind die Radial-Tuben in ihrer ganzen Länge mit den Flächen völlig verwachsen, ohne Intercanäle.

Während das gegliederte Tubar-Skelet immer ganz oder grösstentheils aus Dreistrahlern besteht, ist dagegen das ungegliederte bald aus Dreistrahlern, bald aus Vierstrahlern, bald aus Stabnadeln zusammengesetzt. Es unterscheidet sich von dem

gegliederten Tubar-Skelet auf den ersten Blick durch den Mangel der Gitterung und der transversalen Balken, welche die lateralen Strahlen der Dreistrahler dort bilden. Bei allen Syconen mit ungegliedertem Tubar-Skelet finden sich in der Wand der Tuben niemals transversale Balken, sondern einzig und allein radiale Balken, und zwar sind dies entweder Stabnadeln *(Sycyssa)*, oder die basalen Schenkel von Dreistrahlern, oder die apicalen Schenkel von Vierstrahlern.

Durch Dreistrahler wird das ungegliederte Tubar-Skelet bloss bei 2 Sycon-Arten gebildet, nämlich bei *Sycetta stauridia* (Taf. 42, Fig. 14), und bei *Sycaltis glacialis* (Taf. 45, Fig. 5). In diesen beiden Species ist das Tubar-Skelet ganz in derselben Weise zusammengesetzt, nämlich aus einer äusseren subdermalen und einer inneren subgastralen Schicht von sagittalen Dreistrahlern mit sehr verlängertem Basal-Schenkel. Die beiden kurzen lateralen Schenkel der subdermalen Dreistrahler liegen unter der Dermalfläche, diejenigen der subgastralen Dreistrahler unter der Gastralfläche. Der verlängerte gerade Basal-Strahl der ersteren springt (in der Tuben-Wand eingeschlossen) centripetal nach innen vor; derjenige der letzteren hingegen umgekehrt, centrifugal nach aussen. Die beiden entgegengesetzten Basal-Strahlen legen sich in der Tuben-Wand mit dem grössten Theile ihrer Länge an einander.

Durch Vierstrahler wird das ungegliederte Tubar-Skelet bei 7 Arten gebildet, nämlich bei allen 4 *Sycilla*-Arten (Taf. 43, Fig. 2, 6, 9, 13); bei 2 *Sycaltis*-Arten (*S. testipara*, Taf. 47, Fig. 5, und *S. ovipara*, Taf. 47, Fig. 9); und bei *Syculmis synapta* (Taf. 50). Bei allen sieben Species ist das Tubar-Skelet wesentlich in derselben Weise zusammengesetzt, nämlich aus einer äusseren, dermalen (oder subdermalen) und aus einer parallelen inneren, subgastralen Schicht von Vierstrahlern. Die drei facialen Schenkel der äusseren Schicht liegen in oder unmittelbar unter der Dermalfläche; diejenigen der inneren Schicht gleich unter der Gastralfläche (an ihrer Distalseite). Der verlängerte und gerade Apical-Strahl der ersteren springt (in der Tubenwand eingeschlossen) centripetal nach innen vor; derjenige der letzteren hingegen umgekehrt, centrifugal nach aussen. Die beiden entgegengesetzten Apical-Strahlen legen sich bald nur mit ihren Spitzen, bald mit dem grössten Theile ihrer Länge an einander. Bei *Sycilla chrysalis* (Taf. 43, Fig. 2) und bei *Sycaltis ovipara* (Taf. 47, Fig. 9) ist der Apical-Strahl der subdermalen Vierstrahler so verlängert, dass er nicht allein die ganze Magenwand centripetal durchsetzt, sondern auch noch die Gastralfläche durchbohrt und frei in die Magenhöhle vorspringt.

Durch Stabnadeln wird das ungegliederte Tubar-Skelet nur bei dem Genus *Sycyssa* gebildet, von welchem bis jetzt nur eine Art mit Sicherheit bekannt ist (*S. Huxleyi*, Taf. 44, Fig. 1, 2). Die einzige Stütze der Radial-Tuben bilden hier die colossalen spindelförmigen Stabnadeln (s), welche mit ihrem distalen Theile weit über die Dermalfläche vorragen, mit dem proximalen Theile aber die ganze Magenwand

durchbohren und mit der inneren Spitze an der Distalseite der Magenfläche das subgastrale Skelet (b) berühren.

Gastral-Skelet der Syconen.

Die Gastralfläche, auf welcher die Gastral-Ostien der Radial-Tuben münden, ist bei den Syconen selten glatt, meistens stachelig oder borstig-behaart. Von den 37 Sycon-Arten besitzen nur 9 eine glatte, hingegen 28 eine dornige oder borstige Magenfläche. Die Stacheln, Borsten oder Haare, welche die letztere bedecken, sind stets die frei vorspringenden Apical-Schenkel von Vierstrahlern, deren drei Facial-Schenkel in der Gastralfläche liegen.

Die glatte oder kahle Gastralfläche wird bei 8 von den betreffenden 9 Sycon-Arten durch Dreistrahler, und nur bei einer einzigen Art (*Sycyssa*) durch Stabnadeln, niemals aber durch Vierstrahler gebildet.

Dreistrahler setzen das Skelet der glatten Gastralfläche bei folgenden 8 Sycon-Arten zusammen: bei allen 5 *Sycetta*-Arten und bei den 3 *Sycortis*-Arten. Sie liegen meistens dichtgedrängt in einer mehrfachen, seltener in einer einfachen Schicht. Bei 4 von diesen 8 Arten sind sie ohne Ordnung in der Gastralfläche zerstreut, nämlich bei *Sycetta strobilus*, *S. cupula*, *Sycortis lingua* und *S. laevigata*. Bei den ersten drei Arten sind die Dreistrahler regulär, bei der letzten irregulär (Taf. 49, Fig. 2). Bei der andern Hälfte von jenen 8 Arten sind die Dreistrahler regelmässig geordnet mit parallelen Schenkeln, und zwar bei *Sycetta primitiva* und *S. sagittifera* wie gewöhnlich dergestalt, dass der basale Schenkel aboral nach abwärts, die beiden lateralen aber divergirend oralwärts gerichtet sind; bei der ersten sind die Dreistrahler regulär, bei der zweiten sagittal. Ganz eigenthümlich ist hingegen die Anordnung der regulären Dreistrahler in der glatten Gastralfläche von *Sycetta stauridia* und *Sycortis quadrangulata*. (Taf. 48, Fig. 4). Sie sind hier nämlich mit mathematischer Regelmässigkeit dergestalt bündelweis mit parallelen Schenkeln gelagert, dass sie um jedes Gastral-Ostium herum ein völlig reguläres Hexagon zusammensetzen. Jede Seite des Sechsecks wird durch ein Bündel von 6—12 parallelen Schenkeln gebildet.

Stabnadeln setzen für sich allein das glatte Gastral-Skelet nur bei einer einzigen Sycon-Art zusammen, bei *Sycyssa Huxleyi* (Taf. 44, Fig. b, g). Hier wird das eigentliche Gerüst der Magenfläche durch einige dreissig Bündel von colossalen dicken Stabnadeln gebildet, welche unter einander und der Längsaxe der Person parallel laufen und mit den Längsreihen der Magen-Poren alterniren. Dieses feste subgastrale Gerüst ist überzogen, wie mit einem Spinngewebe, mit einem gastralen Teppich, der aus unregelmässig verflochtenen Bündeln sehr feiner und dünner Stabnadeln zusammengesetzt ist. Dasselbe Spinngewebe wiederholt sich in dem endogastrischen Skelet von *Sycandra utriculus*; während das subgastrale Gerüste von longi-

tudinalen Balken seine Wiederholung in dem subgastralen Skelet von *Sycandra hystrix* findet. Aber bei diesen beiden letztgenannten Arten wird das eigentliche Skelet der Gastralfläche von Dreistrahlern und Vierstrahlern gebildet.

Eine stachelige oder borstige Gastralfläche besitzen mehr als drei Viertel aller Sycon-Arten, nämlich folgende 28 Species: alle 4 Arten von *Sycilla* (Taf. 43, Fig. 2, 6, 9, 13d); alle 5 Arten von *Sycaltis* (Taf. 45, Fig. 3, 5a, 6; Taf. 46, Fig. 6; Taf. 47, Fig. 4, 5, 8, 9); die eine Art *Syculmis* (Taf. 50, Fig. 2, 4a, 5v) und alle 18 Arten des Genus *Sycandra* (Taf. 51—56, a; auf diesen 6 Tafeln ist links immer der verticale Längsschnitt der Magenfläche (m—n) im Profil dargestellt, so dass die oralwärts nach oben gekrümmten Apical-Strahlen der Vierstrahler frei nach links in die Magenhöhle vorragen). Bei allen diesen 28 Sycon-Arten ist das Gastral-Skelet wesentlich in der gleichen Weise zusammengesetzt. Die Stacheln, Dornen, Borsten oder Haare, welche frei über die Gastralfläche vorspringen und in die Magenhöhle hineinragen, sind stets die freien Apical-Schenkel von Vierstrahlern, deren drei faciale Schenkel in der Gastralfläche verborgen sind. Diese letzteren sind meistens mit Dreistrahlern von derselben Grösse gemischt, meistens sagittal, oft aber auch regulär oder subregulär, selten irregulär. Bald liegen sie in der Gastralfläche oder in mehreren dieser parallelen Schichten ungeordnet durch einander, bald sind sie regelmässig geordnet mit parallelen Schenkeln: der Basal-Strahl meistens länger und der Längsaxe der Person parallel nach abwärts gerichtet, die beiden Lateral-Strahlen gewöhnlich etwas gekrümmt und oralwärts divergirend (Taf. 45, Fig. 3, 6; Taf. 50, Fig. 2). Der freie Apical-Strahl ist sehr mannichfaltig gebildet und für die einzelnen Species oft sehr characteristisch; er ist meistens kürzer und oft auch dicker, als die drei facialen Strahlen, selten länger (Taf. 53, Fig. 3a; Taf. 52, Fig. 3a). Selten ist er gerade, meist mehr oder minder oralwärts gekrümmt.

Peristom-Skelet der Kalkschwämme.

Bei der Mehrzahl der Kalkschwämme ist die Mundöffnung und ihre nächste Umgebung durch ein eigenthümlich differenzirtes Skelet ausgezeichnet, welches wir hier als Peristom-Skelet noch besonders hervorheben wollen. Dasselbe ist desshalb von Bedeutung, weil die besonderen Formen der Mundöffnung, welche als „nackte, rüsselförmige oder bekränzte Mundöffnung“ im künstlichen System der Kalkschwämme eine so bedeutende Rolle spielen, vorzugsweise durch die Entwickelung dieses Peristom-Skelets bestimmt werden. Dies gilt namentlich von den beiden Familien der Leuconen und Syconen, weniger von den Asconen.

Bei den Asconen erreicht das Peristom-Skelet selten eine besondere Ausbildung. Wie in dieser Familie überhaupt das Skelet an den verschiedenen Körperstellen entweder gar nicht oder nur sehr schwach local differenzirt ist, so finden wir auch das Skelet der Mundöffnung meistens wenig oder gar nicht von dem des übrigen Körpers

verschieden. In dem dünnwandigen Rüssel der rüsselmündigen Asconen finden wir dieselben Spicula in derselben Anordnung, wie in dem dünnwandigen Magenrohr der nacktmündigen Asconen. Nur die kranzmündigen Asconen sind dadurch ausgezeichnet, dass sich an ihrem Mundrande ein ähnlicher „asbestartiger" Kranz von dichtgedrängten und äusserst feinen longitudinalen „Stricknadeln" entwickelt, wie er bei den kranzmündigen Leuconen und Syconen zu höherer Ausbildung gelangt.

Die Leuconen und Syconen verhalten sich in der Ausbildung ihres Mund-Skelets wesentlich übereinstimmend, so dass wir beide Familien hier vereint betrachten können. In beiden Familien verhält sich das Peristom-Skelet (oft innerhalb einer Species) verschieden, je nachdem die Mundöffnung „nackt, rüsselförmig oder bekränzt" ist (vergl. oben p. 264).

Das Skelet der nackten Mundöffnung *(Osculum nudum)* stimmt gewöhnlich vollständig mit dem Skelet der Gastralfläche überein, dessen terminale Fortsetzung es bildet. Doch treten nicht selten an dem glatten Rande der nackten Mundöffnung das gastrale und das dermale Skelet in Combination, so dass die innere Fläche des glatten Lippenrandes durch das erstere, die äussere Fläche durch das letztere gebildet wird. Immer sind die Spicula am Lippenrand regelmässig geordnet, sowohl wenn die Spicula der Gastralfläche ungeordnet, als wenn sie geordnet sind. Die Anordnung der Nadeln in dem nackten Peristom stimmt mit derjenigen im rüsselförmigen überein.

Das Skelet der rüsselförmigen Mundöffnung *(Osculum proboscideum)* besteht in den meisten Fällen aus einem zarten, aber festen Gerüste, das aus Dreistrahlern und Vierstrahlern regelmässig zusammengesetzt ist. Bisweilen treten dazu auch Stabnadeln, aber nicht häufig. Oft ist das Rüssel-Skelet bloss aus Dreistrahlern, seltener hingegen bloss aus Vierstrahlern zusammengesetzt. Die Dreistrahler und Vierstrahler, welche die dünne Syncytium-Lamelle der zarten Rüsselwand stützen, sind immer sämmtlich oder zum Theil sagittal, meistens sehr stark sagittal-differenzirt; und dabei ganz regelmässig dergestalt mit parallelen Schenkeln neben einander geordnet, dass der basale Schenkel aboral nach abwärts gerichtet ist (parallel der Längsaxe des Rüssels und des Magens), während die beiden lateralen Schenkel gegen die Rüsselmündung hin divergiren. Der basale Schenkel ist immer gerade und meistens länger, bisweilen aber auch kürzer, seltener ebenso lang als die beiden lateralen. Diese letzteren sind selten gerade, meistens einfach gekrümmt, mit der Convexität gegen den Rüsselrand; oft auch Sförmig oder selbst wellenförmig verbogen. Der orale oder unpaare Winkel ist bei den sagittalen Dreistrahlern und Vierstrahlern des Rüssels fast immer bedeutend grösser als die beiden lateralen oder paarigen Winkel. Die letzteren messen meistens nur 105—95°, der erstere hingegen 150—170°. An dem oberen Rande des Rüssels, an dem freien Lippenrande seiner Oeffnung wächst der orale Winkel

noch stärker auf Kosten der beiden lateralen, so dass hier die Dreistrahler und Vierstrahler gewöhnlich rechtwinkelig werden. Der Apical-Schenkel der Vierstrahler ist in dem Rüssel-Skelet stets kürzer, als die drei facialen Schenkel. Er springt frei in die Rüsselhöhle vor und ist mehr oder weniger hakenförmig gegen die freie obere Oeffnung des Rüssels hin gekrümmt, ebenso wie es gewöhnlich auch in der Gastralfläche der Fall ist. Wenn der Rüssel lang ist, so ist sein Skelet im grössten Theile seiner Länge von gleicher Bildung. Wenn hingegen der Rüssel kurz ist, so kann man gewöhnlich vom aboralen (unteren) gegen den oralen (oberen) Rand des Rüssels hin einen stufenweisen Fortschritt in der sagittalen Differenzirung der Dreistrahler und Vierstrahler verfolgen; diejenigen des aboralen Randes sind am wenigsten, diejenigen des oralen Randes hingegen am stärksten sagittal-differenzirt, die letzteren meistentheils rechtwinkelig. Auch nimmt in der Regel die Zahl der Nadeln vom aboralen gegen den oralen Rand hin beständig zu, so dass sie hier oben viel dichter gedrängt stehen, oft so dicht und in solchen Massen neben einander, dass sich die parallelen Schenkel unmittelbar berühren, und dass ein äusserst fester und eleganter Panzer der Rüsselwand entsteht, die in diesem Falle trotz ihrer sehr geringen Dicke sehr fest und starr ist. Gewöhnlich ist dann auch noch die äussere oder dermale Fläche des Rüssels mit Stabnadeln bedeckt, die im Ganzen bei der Rüsselbildung nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Stabnadeln in der Dermal-Fläche des Rüssels sind meistens nur spärlich, dünn, und regellos zerstreut. Oft sind sie aber auch regelmässig neben einander geordnet, parallel der Längsaxe. Wenn sie dann zugleich dicker werden und gedrängter stehen, so entsteht ein regelmässiger fester Palisaden-Kranz, wie er bei dem bekränzten Peristom sehr oft vorkommt.

Das Skelet der bekränzten Mundöffnung *(Osculum coronatum)* besteht immer aus einem cylindrischen, konischen oder trichterförmigen Kranze von Stabnadeln, die sich durch enorme Länge und sehr geringe Dicke auszeichnen. Diese „Stricknadeln“ sind cylindrisch und stehen gewöhnlich zu vielen Tausenden äusserst dicht und parallel, in longitudinaler Richtung neben einander. Indem die Wand des cylindrischen oder konischen Peristom-Kranzes meistens aus mehreren concentrischen, dicht auf einander liegenden dünnen Cylindern oder Kegeln zusammengesetzt ist, deren jeder aus Hunderten oder Tausenden solcher Stricknadeln besteht, erhält der zierliche Kranz den asbestartigen Schimmer oder den Seiden-Glanz, durch welchen sich dieses schöne Peristom-Gebilde so auffallend auszeichnet. Die Stricknadeln des Peristom-Kranzes ragen immer völlig frei, ohne durch Sarcodine verbunden zu sein, in das Wasser hinein. Nur ihr unterster (aboraler) Theil wurzelt in dem Syncytium des Mundrandes. Gewöhnlich inseriren sich aber die Stricknadeln unten nicht unmittelbar im eigentlichen Mundrande, sondern in einer dünnen Sarcodine-Lamelle, welche sich in Gestalt eines niedrigen, cylindrischen Ringes aus dem eigentlichen

Mundrande erhebt. Dies ist die *Pars collaris* oder das Collare des Peristom-Kranzes, dessen wir schon oben (p. 265) gedacht haben, und welches sich durch eine ganz scharfe horizontale Grenzlinie von der freien *Pars ciliaris*, dem eigentlichen Stäbchen-Kranze oder der Corona absetzt. Das basale Collare ist meistens niedriger, selten höher als die freie Corona, und besitzt sein eigenthümliches Skelet. Dieses Collar-Skelet ist völlig übereinstimmend mit dem vorher beschriebenen Rüssel-Skelet gebildet, und besteht an seiner inneren (gastralen) Fläche aus einer gewöhnlich dichten Schicht von Dreistrahlern oder Vierstrahlern oder einem Gemisch von Beiden, während die äussere (dermale) Fläche gewöhnlich durch Stabnadeln gestützt wird. Die Dreistrahler und Vierstrahler der gastralen Collar-Fläche sind stets sagittal, mit parallelen Schenkeln regelmässig und dicht neben einander geordnet, so dass der gerade basale Schenkel aboral nach abwärts gerichtet ist, während die beiden lateralen Schenkel (meistens kürzer und schwach gekrümmt) oralwärts unter einem sehr stumpfen Winkel (von 150—180°) divergiren und häufig mit ihren Enden in einer horizontalen Linie, parallel der Grenzlinie der Corona, liegen. Auch sonst verhalten sie sich ganz wie die Dreistrahler und Vierstrahler des Rüssel-Skelets. Die Stabnadeln der dermalen Collar-Fläche bilden gewöhnlich einen festen Palisaden-Kranz. Sie sind spindelförmig, gerade, dick, und stehen alle parallel der Längsaxe des Magens dicht neben einander. Zwischen die oberen Spitzen dieses Palisaden-Kranzes schieben sich meistens die unteren Enden der feinen Stricknadeln ein, welche die freie Ciliar-Krone bilden.

Bei einigen Leuconen und besonders bemerkenswerth bei mehreren Syconen treten noch besondere Differenzirungen und Complicationen in der Skelet-Bildung des Peristom-Kranzes ein. Namentlich gehört dahin die Entwickelung einer zweiten, horizontalen Stäbchen-Krone oder eines Kragens bei einigen Syconen (*Sycyssa Huxleyi*, Taf. 44, Fig. 1, *Sycandra Humboldtii* und *Sycandra elegans* Taf. 58, Fig. 3). Dieser Kragen oder horizontale Stab-Kranz besteht wie die verticale Ciliar-Krone bloss aus parallelen und dicht gedrängt neben einander stehenden Stabnadeln; diese sind aber hier alle radial gegen die Längsaxe gerichtet und zwischen der Hauptmasse der feinen Stricknadeln finden sich oft auch einzelne oder zahlreiche stärkere Stabnadeln, oft auch solche mit lanzenförmiger Spitze. Die Stabnadeln des horizontalen Kragens sind ganz frei, ohne verbindende Syncytium-Lamelle an ihrer Basis. Sie inseriren sich an der Basis des verticalen Kranzes. Die specielle Beschreibung der besonderen Modificationen, welche das Peristom-Skelet bei einzelnen Leuconen und Syconen erleidet, ist im Systeme des zweiten Bandes enthalten.

Viertes Kapitel.

Entwickelungs-Geschichte.

I. Ontogenie oder Keimesgeschichte.

Die Ontogenie, die Keimesgeschichte oder individuelle Entwickelungsgeschichte ist sowohl bei den Kalkschwämmen, wie bei den übrigen Schwämmen, bisher noch wenig Gegenstand sorgfältiger Untersuchungen gewesen. Doch scheint es nach dem thatsächlichen Material, welches bis jetzt vorliegt, dass dieselbe im Ganzen sehr einfach und einförmig verläuft und dass sich gewöhnlich, vielleicht ganz allgemein, aus dem befruchteten Ei der Spongien eine flimmernde Larve *(Planula)* entwickelt, welche einige Zeit im Wasser umher schwimmt, dann zu Boden sinkt und sich durch einfache Metamorphose in den jungen Schwamm verwandelt.

Dieser Modus der Entwickelung aus dem befruchteten Ei würde nach dem Schema, welches ich in meiner allgemeinen Entwickelungsgeschichte von den verschiedenen Arten der Zeugungskreise entworfen habe [1]), unter den Begriff der Amphigenesis, und zwar, genauer bestimmt, in die Kategorie der *Hypogenesis metamorpha* fallen. Ausserdem findet sich bei vielen Spongien noch ein wesentlich verschiedener Entwickelungs-Process vor, nämlich die Entstehung neuer Individuen auf ungeschlechtlichem Wege aus den sogenannten „Gemmulae". Ich habe diesen Process in der generellen Morphologie (Bd. II, p. 53) als „Rückschreitende Keimknospenbildung" *(Polysporogonia regressiva)* bezeichnet. Diejenigen Spongien, welche sich abwechselnd auf ungeschlechtlichem Wege durch Gemmulae und auf geschlechtlichem Wege durch befruchtete Eier fortpflanzen (z. B. Spongilla und andere Kieselschwämme), würden einen wahren Generationswechsel besitzen, und zwar diejenige Form desselben, welche ich als *Metagenesis productiva* bezeichnet habe (l. c. p. 83). Bei den Kalkschwämmen kommt dieser nicht vor, da sich in dieser Gruppe niemals Gemmulae bilden. Die Entwickelung der Calcispongien ist demnach immer H y p o g e n e s i s m e t a m o r p h a. Die Flimmerlarven der Kalkschwämme waren bisher nur von LIEBERKÜHN bei *Sycandra raphanus*, von O. SCHMIDT bei *Sycandra Humboldtii* und von

---

1) HAECKEL, Generelle Morphologie, Bd. II, p. 83.

Miklucho bei *Ascetta blanca* beobachtet worden. Ich selbst habe sie bei einer grösseren Anzahl von Asconen, Leuconen und Syconen (zum Theil allerdings nur bei Weingeist-Exemplaren) untersucht, und den Entwickelungsgang im Wesentlichen überall übereinstimmend gefunden [1]).

---

1) Die älteste Beschreibung einer Calcispongien-Larve, welche Lieberkühn von seinem „*Sycon ciliatum* von Triest" (= *Sycandra raphanus*, H.) gab, lautet wörtlich: „Fortpflanzungskörper fanden sich häufig von dieser Art bei Triest vor. Sie wurden bei einer grossen Anzahl von eben dem Wasser entnommenen Exemplaren beobachtet und kamen beim Zerfasern derselben zum Vorschein. Die entwickeltesten Embryonen massen etwas über $\frac{1}{10}$ Mm., die kleinsten nur halb so viel. Sie sind kugelig oder oval und zeigen in der Mitte des Körpers eine dunkle Stelle, welche bei Anwendung von Druck sich als eine längliche Höhle erweist, die im Längsdurchmesser etwa den dritten Theil des Thieres beträgt und gewöhnlich eine äusserst feinkörnige, braune, detritusartige Masse enthält. Diese Embryonen sind auf dem ganzen Körper mit langen Wimperhaaren besetzt, mittelst deren sie sich lebhaft im Wasser bewegen. Zellen dazu liessen sich bis jetzt auf der Oberfläche des Körpers nicht nachweisen; man erkennt nur vereinzelte, stark lichtbrechende Körnchen in ihr. Bei ein wenig tieferer Einstellung des Focus erblickt man zellige Gebilde von rundlicher Form, bei erheblich tieferer, wo man die braune Substanz im Inneren erkennt, kommen radiäre Streifen zum Vorschein, welche von letzterer nach der Oberfläche hin verlaufen. Je zwischen zwei solchen Streifen erkennt man öfters darauf senkrecht gestellte Querstreifen. Die radiären Streifen stehen bei manchen Embryonen erheblich näher an einander und fehlt dann meist die braune Masse. Bei vielen Embryonen ist nur der nach vorn schwimmende Theil des Körpers mit Wimpern besetzt und mit der inneren Höhle und der erwähnten Streifung versehen, während der hintere Theil von alledem Nichts zeigt, sondern nur als ein unregelmässiger Haufen zelliger Gebilde erscheint, in welchem sich freilich bisher keine Kerne oder Kernkörperchen nachweisen liessen. Es ist sehr wohl möglich, dass dies Embryonen im zerfallenden Zustande sind; bei den normalen möchten wohl die radiären Streifen mit ihren Querverbindungen der Ausdruck neben einander liegender Zellenreihen sein, welche das Körperparenchym des Thieres bilden, während die mit detritusartiger Masse angefüllte Höhle dem grossen Hohlraum der ausgebildeten Thiere entspricht, welcher in die Ausströmungsöffnung ausmündet" (Archiv für Anat. Physiol. 1859, p. 379).

Die Mittheilung von Oscar Schmidt, welche sich auf die Flimmerlarven seiner *Dunstervillia corcyrensis* (= *Sycandra Humboldtii*, H.) bezieht, lautet folgendermassen: „Auf dem einen Stadium besteht der elliptische Körper aus einer grösseren vorderen bewimperten Hälfte und einer wimperlosen, auch von jener durch die grösseren zellenähnlichen Portionen unterschieden. Das Centrum ist von einer feinkörnigen bräunlichen Masse erfüllt. Nun rundet sich das Hintertheil mehr ab und aus dem Centrum entwickelt sich eine Höhle mit einer weiten, das Vorderende durchbrechenden, etwas in die Länge gezogenen Mündung. Dieser Embryo ist doch gewiss ein Individuum, dessen Uebergang in die erste Periode des festsitzenden Stadiums unmittelbar verständlich ist. Dass das ausführende Canalsystem, nämlich die embryonale Leibeshöhle, eher angelegt ist, als Poren und Einführungscanäle sich zeigen, kann in der Auffassung desselben nicht beirren. Wir wissen überhaupt noch wenig von der morphologischen Entwickelung anderer Spongien" (Adriat. Spongien, II. Supplement, 1866, p. 5, Fig. 6).

Die Angaben von Miklucho über die embryonale Entwickelung seiner *Guancha blanca* (= *Ascetta blanca*, H.) sind folgende: „Beim Untersuchen einiger Individuen fand ich die ganze verdauende Cavität mit einer zelligen Masse angefüllt. Um diesen Inhalt deutlicher zu sehen, entfernte ich durch Essigsäure die Spicula und fand diese Masse aus Zellencomplexen (Keimkörner der Autoren) bestehend, die durch äusserst schwache Conturen getrennt waren. Einzelne Individuen derselben Gruppe waren unverändert

Eifurchung und Morula.

Die Furchung des befruchteten Eies ist bei den Kalkschwämmen nach meinen Beobachtungen überall reguläre totale Furchung und geschieht bei allen drei Familien der Calcispongien in derselben einfachen Weise (vergl. die Furchung von *Ascyssa troglodytes*, Taf. 7, Fig. 2; von *Asculmis armata*, Taf. 13, Fig. 2; von *Leuculmis echinus*, Taf. 30, Fig. 3—7; und von *Sycyssa Huxleyi*, Taf. 44, Fig. 4—13). Das Wesentliche des Vorganges besteht darin, dass sich durch wiederholte Halbirung der Eizelle und der dadurch entstandenen „Furchungskugeln" ein kugeliger, „brombeerförmiger" Haufen von lauter gleichartigen Zellen bildet (*Morula*).

Wie sich der Kern der ursprünglichen Eizelle oder das „Keimbläschen" bei den Kalkschwämmen nach erfolgter Befruchtung und bei Beginn der Furchung verhält, habe ich nicht sicher ermitteln können. Ein Verschwinden desselben, wie es bei vielen verschiedenen Thieren im Beginne der Ontogenese stattfinden soll, habe ich bei den Calcispongien niemals bemerkt. Demnach würden die Kerne der beiden ersten Furchungskugeln directe Abkömmlinge des „Keimbläschens" sein. Sollte hingegen, wie es wohl möglich ist, auch hier das Keimbläschen nach erfolgter Befruchtung verschwinden und durch einen neugebildeten Zellenkern ersetzt werden, so würde dieser Process, wie auch bei anderen Thieren, sowohl für die Phylogenie, als für die Histologie von hohem allgemeinen Interesse sein; für die Phylogenie, weil er nach dem biogenetischen Grundgesetze als Rückschlag in die primordiale Stammform des Moneres phylogenetisch zu deuten wäre; für die Histologie, weil er die Entstehung der Zelle aus der Cytode, die Differenzirung des Plasson in Protoplasma und Nucleus greifbar demonstrirte (vergl. oben p. 105). Die

---

und noch andere zeigten dieselben Complexe mit einer deutlichen Hülle umgeben. Weitere Untersuchungen ergaben, dass diese zelligen Conglomerate kleiner werden und sich verdichten, so dass sie später nur einen Theil der verdauenden Cavität einnehmen. Die inneren Parthien dieser Körper färben sich braun und es differenzirt sich an ihnen eine helle, ziemlich dicke äussere Schicht. Man kann diese Gebilde nach Ablauf dieser Differenzirung als Embryonen bezeichnen. Bald darauf bekommen sie lange Wimpern, vermöge deren sie in der verdauenden Cavität umherschwimmen. Diese bewimperten Embryonen treten durch den Mund aus und verlassen so das Mutterthier. Die freigewordenen Embryonen (Schwärmsporen der Autoren) sind oval, besitzen einen dunkelbraunen Inhalt und eine helle Corticalschicht und über dieser noch eine zarte Hülle. Ueber die feinere Structur dieser hellen Schicht weiss ich nicht viel zu sagen. Sie schien mir aus sehr grossen Zellen zu bestehen, doch will ich das nicht behaupten. Bei leichten Druckversuchen mit dem Deckgläschen zerreisst die äussere Hülle, sowie die helle Corticalschicht, und der braune, aus Zellen bestehende Inhalt tritt aus; in diesen ausgetretenen Zellen habe ich nie etwas einem Spiculum Aehnliches gefunden. An den folgenden Tagen fand ich mehrere der Embryonen am Glase ansitzend, während andere noch herumschwärmten. Einige der festhaftenden hatten schon einen Theil ihres Wimperkleides verloren und ihre äussere Gestalt war verändert." (Jenaische Zeitschr. 1868, IV. Bd., p. 226).

Der „frei schwimmende Kalkschwamm-Embryo", welchen kürzlich WILLEMOES-SUHM beschrieben hat (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1871, Bd. 21, Taf. 31, Fig. 4) ist sicher kein Kalkschwamm.

Eizelle in diesem vorübergehenden kernlosen Zustande ist factisch eine Cytode und kann wohl passend auf Grund jener Beziehung Monerula genannt werden.

Der Furchungs-Process der Kalkschwämme bietet nur insofern etwas Eigenthümliches dar, als die wiederholte Theilung der Eizelle zunächst bloss in der Ebene der Entoderm-Zellenschicht erfolgt. Die Eizelle, welche inmitten der einfachen Schicht von nutritiven Geisselzellen wie eine colossal vergrösserte Epithelial-Zelle liegt, theilt sich wiederholt, ohne über jene Ebene hervorzutreten, so dass man die verschiedensten Stadien der Furchung zwischen den Geisselzellen des Entoderms zerstreut finden kann (Taf. 7, Fig. 2; Taf. 13, Fig. 2). So findet man sie bei den Asconen an der Innenfläche der Magenhöhle, bei den Leuconen an der Innenfläche der verästelten Canäle oder der Geisselkammern, bei den Syconen an der Innenfläche der Radial-Tuben, mitten zwischen den nutritiven Geisselzellen. Doch gilt das natürlich nur für die viviparen Kalkschwämme, bei denen sich der flimmernde Embryo innerhalb des Gastrocanal-Systems entwickelt, nicht für die oviparen Calcispongien, bei welchen die Befruchtung der Eizelle und ihre Entwickelung zur Flimmerlarve ausserhalb des mütterlichen Körpers geschieht [1]).

Wie gewöhnlich, geht auch hier der Theilung jeder Zelle die Halbirung ihres Kernes, und dieser wiederum die Theilung des Nucleolus vorher. So entstehen aus den beiden ersten Furchungskugeln, nachdem sich ihre Nuclei getheilt haben, zunächst vier Zellen, welche in einer Ebene liegen und durch eine Kreuzfurche getrennt sind (Taf. 13, Fig. $2g_4$; Taf. 30, Fig. 5; Taf. 44, Fig. 6). Dann folgen acht Zellen in einer Ebene, von denen sieben um eine mittlere herum einen Ring bilden (Taf. 13, Fig. g_8; Taf. 30, Fig. 6; Taf. 44, Fig. 7). Hierauf findet man sechszehn Zellen in einer Ebene, von denen gewöhnlich fünf oder vier in der Mitte, elf oder zwölf um diese herum liegen (Taf. 13, Fig. $2g_{16}$; Taf. 30, Fig. 7; Taf. 44, Fig. 8). Erst jetzt scheint gewöhnlich eine Theilung der Furchungszellen parallel der Ebene einzutreten, so dass im nächsten Stadium 32 Zellen sichtbar sind, welche in zwei Blättern von je 16 Zellen über einander liegen. Nunmehr scheinen zunächst die Zellen nur in der Mitte dieser doppelblättrigen Scheibe sich zu vermehren, nicht am Rande. Diese gestaltet sich dadurch zunächst zu einem biconvex linsenförmigen, dann zu einem subsphärischen und endlich zu einem kugeligen Körper. Durch fortgesetzte Theilung sind die gleichartigen, kugelig-polyedrischen Zellen, welche diese Kugel zusammensetzen, bis zu einem Durchmesser von 0,01 Mm. herabgesunken. Jede enthält einen klaren, hellen, kugeligen Kern von 0,003—0,004 Mm., mit einem deutlichen Kernkörperchen. Das Protoplasma der Furchungszellen ist trübe, granulirt,

1) Sowohl unter den Asconen, als unter den Leuconen und Syconen kommt es vor, dass von mehreren nahe verwandten Arten einer Gattung (oder selbst von Varietäten einer Art, z. B. *Ascetta clathrus*) die einen ovipar, die anderen vivipar sind. Welcher von beiden Modi, der ovipare oder der vivipare, häufiger ist, lässt sich noch nicht übersehen.

von zahlreichen feinen Körnchen (Fettkörnchen?) durchsetzt. Wir bezeichnen die massive, aus diesen gleichartigen Zellen zusammengesetzte Kugel, welche dem sogenannten „maulbeerförmigen Stadium" oder dem „brombeerförmigen Embryonal-Zustande" anderer Thiere völlig gleich ist, der Kürze halber ein- für allemal als Maulbeerform oder „Morula". Der Durchmesser der kugeligen Morula, deren Oberfläche durch die etwas vortretenden peripherischen Zellen schwach höckerig erscheint, beträgt bei den verschiedenen Kalkschwämmen gewöhnlich zwischen 0,06 und 0,08 Mm.

Anomalien der Furchung wurden mehrmals gelegentlich beobachtet, ohne dass denselben wohl eine besondere genetische Bedeutung zuzuschreiben wäre. So kamen z. B. bei *Sycyssa Huxleyi* (Taf. 44) neben den gewöhnlichen Stadien der regulären Furchung (Fig. 4—8) auch folgende irreguläre Abweichungen vor (Fig. 9—13): ein Stadium mit drei Zellen (Fig. 9); ein Stadium mit fünf Zellen (Fig. 10); ein Stadium mit sechs Zellen, von denen vier kleinere in der einen, zwei grössere in der anderen Hälfte lagen (Fig. 11); ein Stadium mit sieben Zellen (Fig. 12); ein Stadium mit zwölf Zellen (Fig. 13) u. s. w. Von allgemeinem Interesse sind diese Anomalien der totalen regulären Furchung nur insofern, als sie sich der partiellen Furchung nähern, und im Lichte des biogenetischen Grundgesetzes die phyletische Entstehung der secundären partiellen aus der primären totalen Furchung vielleicht erläutern können.

Planula oder Flimmerlarve.

Nachdem die Morula gebildet ist, besteht der nächste weitere Fortschritt der Ontogenesis darin, dass sich die völlig gleichartigen Zellen dieses kugeligen Zellenhaufens in zwei verschiedene Formen differenziren. Die Zellen im Inneren desselben verändern sich wenig oder gar nicht. Sie bleiben rundlich-polyedrisch oder fast kugelig und behalten den Durchmesser der jüngsten Morula-Zellen (circa 0,01 Mm.). Auch ihr heller Kern (von 0,003—0,004 Mm.) und die trübe körnige Beschaffenheit des Protoplasma bleiben dieselben (Taf. 13, Fig. 4i; Taf. 30, Fig. 10i; Taf. 44, Fig. 16i). Die Zellen der Kugel-Oberfläche hingegen erleiden eine sehr bedeutende Verwandlung. Sie gestalten sich nämlich unter fortdauernder Vermehrung zu schlanken Cylindern, welche dicht neben einander stehen, mit ihrer Längsaxe radial gegen den Mittelpunkt des kugeligen Körpers gerichtet sind und durch gegenseitigen Druck gewöhnlich mehr oder weniger zu irregulär-prismatischen Säulen abgeplattet werden. Mit dem inneren, proximalen Ende sitzen sie auf den kugelig-polyedrischen Zellen der inneren Körpermasse auf; an dem äusseren, distalen Ende streckt jede Cylinderzelle einen sehr langen und feinen, beweglichen Protoplasma-Faden, eine schwingende Geissel hervor und verwandelt sich so in eine Geisselzelle (Taf. 13, Fig. 4d; Taf. 30, Fig. 10d; Taf. 44, Fig. 16d).

Die kugelige, nicht flimmernde, aus lauter gleichartigen Zellen oder „Furchungskugeln“ zusammengesetzte Morula hat sich somit in einen flimmernden, soliden, aus zweierlei verschiedenen Zellenformen zusammengesetzten Körper verwandelt, den wir mit der bekannten Bezeichnung der Flimmerlarve oder Planula versehen können. Diese Bezeichnung ist zuerst vor 25 Jahren von DALYELL für die Flimmerlarven der Hydromedusen eingeführt, und seitdem von sehr vielen Autoren für die ähnlichen Jugendzustände der verschiedensten niederen Thiere, für die „infusorien-artigen bewimperten Embryonen“ der Würmer, der Echinodermen etc. angewendet worden. Jedoch existirt keine scharfe anatomische Bestimmung dieses wichtigen Begriffes und es sind sogar oft rundliche, flimmernde Jugendformen von sehr verschiedenem anatomischen Bau als Planulae aufgeführt worden. Namentlich aber hat man die drei wesentlich verschiedenen Entwickelungszustände, welche ich hier als Planula, Planogastrula und Gastrula trenne, häufig verwechselt und gemischt mit dem Namen *Planula* bezeichnet. Ich beschränke hingegen den Begriff der Planula auf denjenigen flimmernden Formzustand, welcher zunächst aus der Morula durch Entwickelung von Flimmerhaaren an deren Oberfläche entsteht. Die Planula ist also ein kugeliger oder rundlicher flimmernder Körper, welcher noch nicht mit Magenhöhle und Mundöffnung versehen ist, wie das nächstfolgende Stadium der Gastrula. Bei den Kalkschwämmen besteht die Planula bereits aus zwei differenten Zellenschichten. Nur an der Oberfläche bildet sich hier eine einzige Lage von flimmernden Geisselzellen, während im Inneren die nicht flimmernden Furchungszellen persistiren. Damit ist schon in diesem Stadium die Differenzirung in zwei Keimblätter (Dermal-Blatt und Gastral-Blatt) ausgesprochen. Bei vielen anderen niederen Thieren scheint hingegen die Planula anfänglich eine bloss aus Flimmerzellen zusammengesetzte Kugel zu bilden und erst nachher die Differenzirung in zwei Blätter einzutreten.

Gastrula und Planogastrula.

Mit dem Namen Gastrula oder Magenlarve belege ich denjenigen jugendlichen Entwickelungs-Zustand, welcher bei den Kalkschwämmen zunächst aus der Planula hervorgeht, und welcher meiner Meinung nach wegen seiner weiten Verbreitung bei den verschiedensten Thieren eine ausserordentlich grosse Bedeutung für die generelle Phylogenie des Thierreichs besitzt. Ich verstehe unter Gastrula einen kugeligen oder sphäroidalen, eiförmigen oder länglich runden Körper,

1) DALYELL, Rare and remarkable Animals of Scotland. Vol. I, 1847, p. 58. Die Bezeichnung Planula wurde von DALYELL auf die äusserliche Aehnlichkeit der Flimmerlarven mit Planarien gegründet; sinnvoller würde es sein, diese Bezeichnung von dem griechischen Wort πλάνος (umherschweifend, schwärmend) abzuleiten, entsprechend dem deutschen „Flimmer-Schwärmer“

welcher eine innere Höhle mit einer äusseren Oeffnung (primordiale Magenhöhle mit Mundöffnung) enthält; die Wand dieser Höhle besteht aus zwei verschiedenen Zellenschichten oder Blättern, einer äusseren, hellen, flimmernden Schicht und einer inneren, trüben, nicht flimmernden Schicht; erstere entspricht dem Exoderm, oder dem äusseren (animalen, sensoriellen oder dermalen) Keimblatte, letztere dem Entoderm, oder dem inneren (vegetativen, trophischen oder gastralen) Keimblatte der höheren Thiere.

Die Gastrula der Calcispongien zeigt bei allen Arten der drei natürlichen Familien, bei welchen ich dieselbe untersucht habe, im Wesentlichen ganz denselben Bau, und unterscheidet sich nur in sehr untergeordneten und unwesentlichen Eigenthümlichkeiten. Man vergleiche die Ascon-Larve von *Asculmis armata* (Taf. 13, Fig. 5 von der äusseren Oberfläche, Fig. 6 im optischen Längsschnitt); die Leucon-Larve von *Leuculmis echinus* (Taf. 30, Fig. 8 von der Oberfläche, Fig. 9 im Längsschnitt); die Sycon-Larve von *Sycyssa Huxleyi* (Taf. 44, Fig. 14 von der Oberfläche, Fig. 15 im Längsschnitt). Der Körper der Gastrula ist selten ganz kugelig, meistens länglich rund; bisweilen ist die Längsaxe oder Hauptaxe, welche immer durch die Lage der Mundöffnung an einem Pole bestimmt wird, verkürzt und der Larven-Körper sphäroidisch abgeplattet (Taf. 44, Fig. 14, 15); meistens ist umgekehrt die Längsaxe verlängert und der Körper ellipsoid (Taf. 13, Fig. 5, 6) oder eiförmig (Taf. 30, Fig. 8, 9). Gewöhnlich sind die beiden Pole der Längsaxe etwas differenzirt. Nur bei der seltenen Form der mundlosen Gastrula (Taf. 4, Fig. 6, 7), welche nachher noch besonders erläutert werden muss, sind beide Pole von gleicher Bildung und das orale Ende nicht von dem aboralen zu unterscheiden.

Auch die Grösse der Gastrula schwankt bei den verschiedenen Arten nur innerhalb sehr enger Grenzen. Der Durchmesser beträgt gewöhnlich zwischen 0,08 und 0,12 Mm., selten weniger (0,06) oder mehr (bis zu 0,2 Mm.). Bei den länglich-runden Formen beträgt der grössere (longitudinale) Durchmesser gewöhnlich 0,1 — 0,15 (seltener 0,2 Mm.); der kleinere (transversale) 0,05 — 0,08 (seltener 0,1 Mm.).

Die Magenhöhle entspricht in ihrer Form ganz der äusseren Körperform und ist nur um so viel kleiner, als die Dicke der Wand beträgt (gewöhnlich 0,03 Mm.). Die Mundöffnung ist kreisrund und hat meistens 0,01 — 0,02 Mm. Durchmesser.

Das Entoderm der Gastrula, oder das Gastral-Blatt, welches die Magenhöhle umschliesst und dem inneren oder vegetativen Keimblatte der höheren Thiere entspricht, besteht aus einer einzigen Schicht von denselben, unveränderten oder wenig veränderten Embryonal-Zellen, welche früher die ganze Morula zusammensetzten. Diese sind nicht flimmernd, fast kugelig, oder subsphärisch-polyedrisch, durch gegenseitigen Druck an den Berührungsflächen etwas abgeplattet (Taf. 13, Fig. 4i; Taf. 30, Fig. 10i; Taf. 44, Fig. 16i). Ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich 0,01 Mm. Ihr Habitus ist gleich demjenigen der Furchungszellen und der Ei-

zellen. Das Protoplasma ist trübe, feinkörnig, oft bräunlich pigmentirt, ohne Vacuolen. Der Nucleus ist kugelig, hell, von 0,003—0,005 Mm. Durchmesser, mit einem deutlichen Nucleolus. Um die Mundöffnung herum häufen sich die Entoderm-Zellen gewöhnlich zu einer mehrfachen, zweifachen oder dreifachen Schicht an, während sie in der übrigen Gastralfläche stets nur eine einfache Schicht bilden (Taf. 13, Fig. 6o; Taf. 44, Fig. 15).

Das Exoderm der Gastrula, oder das Dermal-Blatt, welches die äussere Oberfläche bedeckt und dem äusseren oder animalen Keimblatte der höheren Thiere entspricht, besteht aus einer einzigen Schicht von schlanken, hellen, cylindrischen Geisselzellen, von sehr characteristischer Structur und Form (Taf. 13, Fig. 4d; Taf. 30, Fig. 10d; Taf. 44, Fig. 16d). Ihre cylindrische Gestalt ist durch gegenseitigen Druck gewöhnlich etwas polyedrisch abgeplattet oder prismatisch, bisweilen auch mehr spindelförmig. Der longitudinale Durchmesser der Geisselzellen, welcher radial gegen die Längsaxe der Gastrula gerichtet ist, beträgt 0,02 (zwischen 0,015 und 0,025 Mm.); während die Dicke derselben gewöhnlich nur den vierten bis sechsten Theil erreicht (durchschnittlich 0,004 Mm.). Der Nucleus ist ellipsoid oder länglich rund, klar, von 0,003—0,005 Mm. Durchmesser, enthält einen kleinen dunklen Nucleolus, und liegt gewöhnlich in der Mitte der Länge der Geisselzelle, bisweilen etwas mehr gegen das distale Ende, selten mehr gegen das proximale Ende hin. Das letztere ist bald abgerundet, bald in mehrere kurze Fortsätze gespalten, welche sich wie Wurzeln zwischen die darunter liegenden Entoderm-Zellen erstrecken. Das Protoplasma der flimmernden Exoderm-Zellen ist stets viel heller, als dasjenige der nicht flimmernden Entoderm-Zellen, und enthält meist nur wenige Körnchen; diese häufen sich gewöhnlich um den Nucleus herum an. Zwischen dem Kern und der proximalen Basis der Geisselzelle ist oft (aber keineswegs immer) eine inconstante Vacuole oder „contractile Blase“ sichtbar (Taf. 30, Fig. 10c; Taf. 44, Fig. 16). An dem distalen, äusseren Ende ist jede Geisselzelle mit einem trichterförmigen oder cylindrischen Kragen (einem röhrenförmigen Fortsatz des hyalinen Exoplasma) versehen, in dessen Axe die Basis des Geisselfadens sich befindet. Dieses Flagellum ist äusserst fein, bald ebenso lang, bald mehrmals länger als die Geisselzelle, aus deren körnigem Endoplasma seine Basis hervortritt. Die Structur der Geisselzellen des Exoderms ist demnach bei der Gastrula ganz ähnlich, wie diejenige der Geisselzellen des Entoderms bei dem ausgebildeten Kalkschwamme. Nur sind die letzteren mehr rundlich und nicht so schlank cylindrisch (vergl. oben p. 137—142).

Vergleicht man meine Darstellung vom Bau der Gastrula, welchen ich bei Asconen, Leuconen und Syconen im Wesentlichen identisch fand, mit der oben (p. 329) angeführten Beschreibung, welche Lieberkühn, O. Schmidt und Miklucho von den Embryonen dreier Kalkschwämme gegeben haben, so ergiebt sich als sehr wahrscheinlich, dass auch diese drei Flimmerlarven wesentlich mit jenen übereinstimmen werden.

Der einzige auffallende Unterschied in unserer Darstellung ist der, dass Lieberkühn und O. Schmidt die „bewimperte, grössere Hälfte des Körpers" als vorderen (also oralen) Theil deuten, die „wimperlose, kleinere Hälfte, welche durch grössere, zellenähnliche Portionen unterschieden ist", als hinteren oder aboralen Theil; während ich umgekehrt den letzteren für das orale, und den ersteren für das aborale Ende halte.

Sehr wichtig ist die auffallende Uebereinstimmung, welche die Gastrulae der Kalkschwämme in allen wesentlichen Beziehungen der Structur mit den nah verwandten, von Eilhard Schulze [1]) sehr genau beschriebenen „Planulae" von *Cordylophora* besitzen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen Beiden besteht nur darin, dass die Magenhöhle bei der letzteren noch keine Mundöffnung besitzt; diese bildet sich erst später, nachdem die Planula sich festgesetzt hat. Aber auch unter den Kalkschwämmen kommen bei einzelnen Arten mundlose Gastrulae vor, so namentlich bei denjenigen Ascon-Arten, welche constant mundlos bleiben, z. B. *Ascetta clathrus*, Taf. 4, Fig. 6, 7. Ob diese Flimmerlarven überhaupt mundlos bleiben und sich direct in die Clistolynthus-Form verwandeln, oder ob auch sie eine vorübergehende Mundöffnung bekommen, welche nachträglich wieder zuwächst, habe ich nicht ermitteln können. Mit Rücksicht auf die ähnlichen mundlosen Flimmerlarven anderer Pflanzenthiere wird es von Vortheil sein, diese mundlose Gastrula-Form als Planogastrula zu bezeichnen, zum Unterschied von der echten Gastrula, deren Magenhöhle bereits eine Mundöffnung besitzt.

Die Entstehung der Gastrula aus der Planula liegt bei den Kalkschwämmen klar vor Augen. Im Inneren und zwar im Centrum des soliden Planula-Körpers bildet sich eine kleine, mit Flüssigkeit gefüllte Höhle. Wahrscheinlich wird ein Theil der inneren Planula-Zellen hierbei (durch fettige Degeneration?) verflüssigt oder zerfällt in Trümmer und dient den übrigen Entoderm-Zellen als erstes Nahrungs-Material. In der That findet man bisweilen in der eben gebildeten Magenhöhle solche Zellentrümmer, welche schon Lieberkühn bei der Planula von *Sycandra raphanus* als „äusserst feinkörnige, braune, detritus-artige Masse", und O. Schmidt bei der Planula von *Sycandra Humboldtii* als „feinkörnige, bräunliche Masse" beschrieben hat. Ausserdem scheint auch eine geringe Quantität von Flüssigkeit von dem Gastral-Blatt in die entstehende Magenhöhle ausgeschieden zu werden. Erst nach Verfluss einiger Zeit erfolgt an einem Pole der Längsaxe der Durchbruch der Magenhöhle nach aussen und somit die Bildung der Mundöffnung. Erst jetzt verdient die Larve den Namen der Gastrula. Vor diesem Durchbruch der Mundöffnung, so lange die Magenhöhle der Flimmerlarve noch geschlossen ist, hat ihr Körper den Formwerth der Planogastrula, welche bei vielen mundlosen Kalkschwämmen

---

1) Franz Eilhard Schulze, Ueber den Bau und die Entwickelung von *Cordylophora lacustris*. 1871. p. 38—41; Taf. V, Fig. 2—8

sich wahrscheinlich direct in die festsitzende Jugendform des *Clistolynthus* verwandelt und nicht das Stadium der echten mündigen Gastrula durchläuft.

Die höchst wichtige Form der Gastrula ist auch für die Tectologie der Spongien desshalb von hohem Interesse, weil damit der Schwamm-Organismus die morphologische Individualität dritter Ordnung erreicht und zur Person sich entwickelt hat (vergl. oben p. 113). Zugleich ist auch durch die Längsaxe mit ihren beiden differenten Polen die monaxonie diplopole Grundform der Person bestimmt.

Ascula und Protascus.

Nachdem die Gastrula völlig ausgebildet ist, verlässt sie bei den viviparen Kalkschwämmen den mütterlichen Körper. Die Geburt erfolgt gewöhnlich durch das Osculum; bei den mundlosen viviparen Formen hingegen müssen die Embryonen durch die Dermal-Ostien oder selbst durch die sich erweiternden Hautporen austreten. Dann schwärmt die flimmernde Magenlarve mittelst ihrer Geisselbewegung eine Zeit lang im Meere umher und sucht einen dunkeln geschützten Ort auf, an welchem sie sich festsetzen kann.

Die Verwandlung der schwimmenden Gastrula in den jüngsten und einfachsten festsitzenden Zustand, welchen wir Ascula nennen wollen, scheint sehr rasch zu geschehen und ist noch nicht direct beobachtet worden. Die dabei eintretenden Veränderungen lassen sich aber unmittelbar aus der Vergleichung der Ascula und der Gastrula erschliessen. Die Anheftung der letzteren erfolgt an dem aboralen Pole der Längsaxe, an dem der Mundöffnung entgegengesetzten Ende. Die Geisselzellen des Dermal-Blattes stellen ihre schwingenden Bewegungen ein, ziehen den Geisselfortsatz zurück und verlieren ihre schlanke, cylindrische Gestalt, indem sie sich abplatten und in der sich ausdehnenden Dermalfläche ausbreiten. Die nicht flimmernden Entoderm-Zellen hingegen theilen sich wiederholt und gehen dann in Geisselzellen über, indem jede derselben an ihrem proximalen, der Magenhöhle zugekehrten Ende einen langen, schwingenden Protoplasma-Fortsatz, eine fadenförmige Geissel ausstreckt.

Die Ascula der Kalkschwämme gleicht in diesem jüngsten festsitzenden Stadium vollkommen der ebenso zu bezeichnenden und gleichwerthigen Jugendform, welche auch bei anderen Pflanzenthieren, namentlich bei den meisten Hydroidpolypen und Corallen, zunächst aus der Gastrula nach deren Anheftung entsteht. Auch diese Uebereinstimmung ist von hoher Bedeutung für die phylogenetische Ableitung der Spongien und Acalephen von einer gemeinsamen Stammform, dem später zu besprechenden Protascus. Die ontogenetische Ascula-Form, welche die phylogenetische Protascus-Form nach dem biogenetischen Grundgesetze wiederholt, ist überall ein ganz einfacher, dünnwandiger Schlauch von cylindrischer, spindelförmiger, ovaler oder länglich-runder Gestalt, welcher an einem (aboralen) Pole seiner Längsaxe fest-

sitzt, am anderen (oralen) Pole sich durch einen Mund, ein Osculum öffnet. Die dünne Wandung seiner Höhle (der primitiven Magenhöhle) besteht aus zwei differenten Zellenschichten oder Blättern, aus der nicht flimmernden dermalen Zellenschicht oder dem Exoderm, und aus der flimmernden gastralen Zellenschicht oder dem Entoderm.

Bis zu diesem Stadium der Entwickelung stimmt die Ascula der Spongien und der festsitzenden Acalephen (Hydroiden und Corallen) völlig überein. Nun aber beginnt die Divergenz der Entwickelung in beiden Gruppen von Pflanzenthieren. In dem Exoderm der Acalephen beginnen sich in den selbstständig bleibenden Zellen Nesselkapseln zu entwickeln. Bei den Spongien bilden sich keine Nesselorgane; hingegen verschmelzen die Exoderm-Zellen mit einander zur Bildung des Syncytium, und in der dünnen Magenwand der Ascula treten die veränderlichen Poren auf. Hiermit ist das Entwickelungs-Stadium des Urschwammes, der Protospongia erreicht.

Protospongia und Protolynthus.

Der ontogenetische Zustand der *Protospongia*, welcher die gemeinsame phylogenetische Stammform aller Schwämme, die *Archispongia*, nach dem biogenetischen Grundgesetze wiederholt, kommt wahrscheinlich bei der grossen Mehrzahl der Spongien vorübergehend zur Erscheinung, und wird nur bei denjenigen Schwämmen fehlen, bei denen die Ontogenesis nach dem Gesetze der abgekürzten Vererbung vereinfacht oder durch Anpassung an besondere Existenz-Bedingungen (wie bei *Spongilla* durch das Süsswasserleben) mannigfach abgeändert ist. Bei der Mehrzahl der Kalkschwämme scheint dieser Zustand, wenn auch rasch vorübergehend, nicht zu fehlen.

Die Protospongia unterscheidet sich von der Ascula wesentlich nur durch den Besitz der inconstanten Poren oder Lochcanäle. Obgleich nun diese veränderlichen Poren-Canäle, wie bei den Asconen, wiederholt entstehen und spurlos vergehen können, morphologisch also sehr werthlos sind, so besitzen sie doch für den Urschwamm eine hohe physiologische Bedeutung. Mit ihrer Entstehung beginnt die characteristische Wasserströmung, welche durch die Poren eintritt, durch das Osculum austritt. Wenn man die Kalknadeln eines Olynthus durch Säure entfernt, so zeigt der übrig bleibende Weichkörper die Form der Protospongia (Taf. 11, Fig. 7).

Der nächste Fortschritt in der Ontogenese der Kalkschwämme besteht nun darin, dass im Exoderm die Bildung der Kalknadeln beginnt. Damit geht die Protospongia in den wirklichen Olynthus über, dessen hohe Bedeutung als gemeinsame Stammform der Kalkschwämme schon früher in der Einleitung erörtert worden ist (vergl. oben p. 76—78).

Wenn ich hier annehme, dass der Olynthus aus der Ascula durch Vermittelung der Protospongia entsteht, so ist damit gesagt, dass die Spicula im Exoderm erst nach dem Auftritt der Poren sich bilden. Ich muss aber gleich hier die Bemerkung

hinzufügen, dass in der Ontogenese vieler Kalkschwämme vielmehr das Umgekehrte stattzufinden scheint, d. h. dass die Spicula früher als die Poren auftreten. In diesem Falle entsteht aus der Ascula nicht die Protospongia, sondern zunächst durch Spicula-Bildung der Protolynthus, und aus diesem dann durch das spätere Auftreten der Poren erst der Olynthus.

Der Protolynthus besitzt noch keine Poren und unterscheidet sich von der Ascula lediglich durch den Besitz der Kalknadeln. Würde der junge Kalkschwamm in dieser Form geschlechtsreif werden, so würde er das Genus *Prosycum* repräsentiren, welchem ich früher (1869) grosse Bedeutung beigelegt hatte. Allein spätere Beobachtungen haben mich überzeugt, dass die wirklich von mir beobachteten Prosycum-Formen (d. h. porenlose, geschlechtsreife Protolynthen) in Wirklichkeit echte Olynthen waren, welche nur vorübergehend ihre Poren geschlossen hatten. Wenn aber der Olynthus alle Porencanäle schliesst, so ist er thatsächlich nicht von dem hypothetischen *Prosycum* zu unterscheiden.

Früher hatte ich angenommen und auch in der (vor mehr als Jahresfrist gedruckten) Einleitung zum „System der Kalkschwämme" (Band II, p. 6) ausgesprochen, dass alle Calcispongien in ihrer ersten Jugend die characteristische Form des Protolynthus durchlaufen. Allein ich muss jetzt einschränkend hinzufügen, dass in vielen Fällen der Uebergang von dem Ascula in den Olynthus nicht durch den Protolynthus, sondern durch die Protospongia geschieht. Welcher von diesen beiden Fällen der häufigere ist, (d. h. ob häufiger die Kalknadeln vor den Poren, oder umgekehrt die letzteren vor den ersteren auftreten) lässt sich zur Zeit noch gar nicht übersehen, und wird auch desshalb äusserst schwierig zu entscheiden sein, weil die bereits entstandenen Poren spurlos wieder verschwinden können. Aus phylogenetischen Gründen ist natürlich die Entwickelung des Olynthus aus der Protospongia als der ursprüngliche oder primäre Vorgang, hingegen seine Entwickelung aus dem Protolynthus als eine secundäre Modification der Ontogenese zu betrachten.

Olynthus und Clistolynthus.

Mit dem *Olynthus* ist die gemeinsame Stammform der Kalkschwämme gewonnen, aus der sich alle verschiedenen Formen dieser Thiergruppe ebenso ontogenetisch wie phylogenetisch unmittelbar und ohne alle Schwierigkeit ableiten lassen. Da ich den Bau dieser Stammform schon in der methodologischen Einleitung (p. 76) beschrieben und ihre ausserordentliche Bedeutung für das Verständniss der ganzen Gruppe wiederholt erläutert habe, so kann ich hier von jeder weiteren Besprechung desselben absehen (vergl. auch die Abbildungen auf Taf. 1, Fig. 1, Taf. 6, Fig. 1, Taf. 13, Fig. 1 etc.).

Alle Ascon-Formen entstehen aus dem *Olynthus* (der speciellen Stammform der Asconen-Familie) ohne weitere Veränderung der Magenwand, theils durch Modifica-

tion der Mundbildung, theils durch Stockbildung (mittelst unvollständiger Theilung, oder Knospung, oder Concrescenz).

Alle Leucon-Formen entstehen auf dieselbe Weise aus der gemeinsamen Stammform der Leuconen-Familie, aus dem *Dyssycus*. Dieser aber entwickelt sich aus dem Olynthus einfach durch Verdickung der Magenwand, und Ausbildung der inconstanten Poral-Tuben zu constanten Canälen, welche sich verästeln (Ramal-Tuben).

Alle Sycon-Formen endlich entstehen auf dieselbe Weise (durch Modification der Mundbildung und durch Stockbildung) aus der gemeinsamen Stammform der Syconen-Familie, aus dem *Sycurus*. Dieser aber ist, wie schon früher (p. 240) erörtert wurde, nichts weiter als ein Ascon-Stock *(Soleniscus)*, welcher durch strobiloide Knospung aus einem Olynthus entstanden ist.

Da wir demnach die Stammformen der drei natürlichen Familien, *Olynthus, Dyssycus* und *Sycurus*, ohne alle Bedenken aus der gemeinsamen Stammform des Olynthus ebenso ontogenetisch wie phylogenetisch ableiten können, und da ebenso die Entwickelung aller verschiedenen Formen jener drei Familien aus den genannten drei Stammformen nicht den geringsten Schwierigkeiten unterliegt, so können wir Alles, was in dieser Beziehung etwa noch über die Ontogenese zu sagen sein könnte, auf die nachfolgende Erörterung der parallelen Phylogenese versparen. Nur über die Ontogenesis der mundlosen Kalkschwämme ist schliesslich noch ein Wort zu sagen. Während es nämlich einerseits feststeht, dass der Mangel der Mundöffnung bei vielen ausgebildeten Kalkschwämmen erst secundär erworben, und durch Verwachsung des ursprünglich vorhandenen Osculum entstanden ist (p. 267), so ist es anderseits doch wahrscheinlich, dass in vielen Fällen (besonders bei manchen, constant mundlosen Asconen) der Mangel des Osculum ein ursprünglicher und primärer ist. Diese Kalkschwämme werden dann sämmtlich ontogenetisch sich aus der Clistolynthus-Form entwickeln (einem Olynthus mit verschlossener Mundöffnung) und diese letztere ist unmittelbar aus der Planogastrula abzuleiten (ebenso wie der Olynthus aus der Gastrula). Phylogenetisch hingegen dürfte auch der Clistolynthus erst secundär durch Rückbildung und Osculum-Verschluss aus dem Olynthus entstanden sein.

II. Phylogenie oder Stammesgeschichte.

Die Phylogenie, die Stammesgeschichte oder paläontologische Entwickelungsgeschichte lässt sich bei den Kalkschwämmen im Allgemeinen und im Einzelnen mit einer Sicherheit verfolgen, welche nicht allein für das Verständniss dieser Gruppe, sondern auch für die Phylogenie des Thierreichs überhaupt von hoher Bedeutung ist. Der Ursprung der Arten und Gattungen, die Blutsverwandtschaft aller Glieder

dieser Gruppe, die Umbildung der Species u. s. w. liegen hier klarer vor Augen als es bei den meisten übrigen Organismen der Fall ist. Ich werde auf diese hohe generelle Bedeutung der Phylogenie der Kalkschwämme im vierten Abschnitt zurückkommen. Hier beschränke ich mich auf eine gedrängte Zusammenfassung der speciellen Resultate, welche ich auf diesem Gebiete erhalten habe.

Für die Erkenntniss der Phylogenesis sind, wie ich im sechsten Buche meiner generellen Morphologie (Bd. II, p. 418) gezeigt habe, vor allen drei verschiedene Erscheinungs-Reihen von grösster Bedeutung, nämlich die Erscheinungen auf dem Gebiete der Palaeontologie, der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie. Der Parallelismus dieser drei Erscheinungs-Reihen, der innige Causal-Nexus zwischen denselben und besonders die gegenseitige Ergänzung ihrer Lücken, erheben sie zu den wahren „Schöpfungs-Urkunden", an deren Hand wir allein im Stande sind, die schwierigen Aufgaben der Phylogenie zu enträthseln [1]).

Die Palaeontologie, von welcher wir zunächst den sichersten und gründlichsten Aufschluss über die Phylogenie erwarten sollten, lässt uns leider bei den Kalkschwämmen, wie bei vielen anderen Organismen-Gruppen, völlig im Stich. Bis jetzt sind nämlich noch gar keine fossilen Kalkschwämme bekannt. Allerdings existiren in verschiedenen Petrefacten-Sammlungen einzelne Stücke, welche die Etikette von „fossilen Kalkschwämmen" tragen. Allein Alles, was ich von solchen selbst gesehen und zugesendet erhalten habe, gehört ganz sicher nicht Calcispongien an. Auch lässt sich von allen Beschreibungen und Abbildungen fossiler Spongien nicht eine einzige auf einen Kalkschwamm beziehen. Wer die lebenden Kalkschwämme kennt, wird auch bei der grossen Zartheit und Zerstörbarkeit derselben diesen Mangel an versteinerten Calcispongien ganz natürlich finden. Allerdings könnte man wenigstens erwarten, die mikroskopischen Kalknadeln derselben in verschiedenen Gesteinen fossil vorzufinden, und wahrscheinlich werden solche auch noch bei genaueren mikrogeologischen Untersuchungen vielfach gefunden werden. Bis jetzt aber sind dergleichen noch nicht beschrieben oder abgebildet worden [2]).

---

1) Haeckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte, III. Aufl. 1872, p. 365 etc.

2) Ehrenberg, welcher die Kalkschwämme für unreife Keime von Corallen, nicht für selbstständige Organismen hält, erwähnt in den Monatsberichten der Berliner Akademie (1861, p. 452: „Erläuterungen der Synonyme zu Bowerbank's Spongolithen-Tafeln") angebliche Kalknadeln von fossilen Kalkschwämmen mit folgenden Worten: „Die kalkerdigen Spongolithen der Grantien sind als *Coniasterium* und *Coniocampyla* abgesondert und werden von mir als vermuthliche unentwickelte Jugendverhältnisse von Kalk-Corallen unter den Zoolitharien verzeichnet, bis weitere Forschungen mehr Berechtigung zum Einreihen der Grantien bei den Spongien geben. *Coniasteria* fand Milne-Edwards auch bei Ascidien." In der angehängten Tabelle, welche eine „Uebersicht der Namen und Synonymen der rücksichtlich ihrer Abstammung bis jetzt bekannten 118 Spongolithen" (d. h. fossilen Spongien-Nadeln) enthält, werden als „Kalktheile vermuthlicher Anthozoen-Keime", (d. h. Spicula von Kalkschwämmen)

Während so leider die eine von den drei massgebenden „Schöpfungs-Urkunden" bei der Phylogenie der Kalkschwämme überhaupt nicht in Betracht kommt, sind hingegen glücklicher Weise die beiden anderen Urkunden um so reichhaltiger und bedeutungsvoller. Welche wichtigen Schlüsse sich aus der vergleichenden Anatomie der Kalkschwämme, namentlich für die Phylogenie der differenzirten Formen, unmittelbar ergeben, ist aus dem dritten Kapitel dieses Bandes unmittelbar ersichtlich. Ebenso werden wir durch die Ontogenie sowohl über den Ursprung der ganzen Gruppe, als über die Phylogenie der einzelnen Formen, in der befriedigendsten Weise aufgeklärt. Die unschätzbare Bedeutung des biogenetischen Grundgesetzes, von welcher wir im siebenten Kapitel noch zu sprechen haben, zeigt sich hier in ihrem vollen Lichte.

Phylogenie des Olynthus.

Die Stammesgeschichte des Olynthus, der gemeinsamen Stammform aller Kalkschwämme, lässt sich aus seiner Keimesgeschichte mit solcher Sicherheit erkennen, dass wir bloss Schritt für Schritt die vorher beschriebenen Vorgänge der Ontogenesis zu recapituliren haben, um zur Erkenntniss der Phylogenesis zu gelangen. Wir können so, auf unser fundamentales biogenetisches Grundgesetz gestützt, folgende neun Stadien in der Phylogenie des Olynthus unterscheiden:

Erstes Stadium: Moneres. Gleich allen anderen Organismen, müssen auch die Kalkschwämme, und die Schwämme überhaupt, ihren ersten Ursprung auf jenen einfachsten Formzustand der organischen belebten Materie zurückführen, den ich in der generellen Morphologie unter dem Namen des Moneres an die Basis des Stammbaumes aller Organismen gestellt habe.[1]) Nur solche Moneren, deren ganzer Leib ein homogenes, bewegliches, mit der Fähigkeit der Ernährung und Fortpflanzung begabtes Plasson-Stückchen ist, können wir uns durch Autogonie oder anorganische Urzeugung entstanden denken. Nur mit der Bildung solcher denkbar einfachsten Organismen kann das organische Leben auf der Erde begonnen haben, und daher müssen alle Organismen ohne Ausnahme ihren ersten Ursprung auf die Autogonie eines structurlosen Moneres zurückführen. Die noch gegenwärtig lebenden, von

---

vier verschiedene fossile Kalkkörperchen aufgeführt, unter den Namen: „*Coniasterium crux*, *C. ocellatum*, *C. triceros*, *Coniocampyla flexuosa*." Indess hat Ehrenberg von diesen Kalknadeln, welche mit den Spicula einiger von Bowerbank abgebildeter britischer Kalkschwämme identisch sein sollen, weder eine Beschreibung noch eine Abbildung gegeben. Was Ehrenberg in der Mikrogeologie (Taf. XXXIV, IV A. F. 12) als *Coniocampyla uncinata* abbildet, und also ebenfalls für eine Calcispongien-Nadel hält, ist sicher keine solche. Was er *Coniasterium* nennt, sind, nach der vorstehenden Notiz zu schliessen, wahrscheinlich sternförmige Kalkkörperchen von Ascidien (Didemnum etc., vergl. oben p. 172), aber keine Spicula von Kalkschwämmen.

1) Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen, 1866, Bd. I, p. 135.

Cienkowski, Huxley und von mir selbst beobachteten Moneren, welche ich in meiner Monographie der Moneren beschrieben habe, sind daher für die generelle Phylogenie von der höchsten Bedeutung.[1] In histologischer Beziehung haben die Moneren den Formwerth einer Cytode, und zwar einer nackten Cytode. Wir sollten daher nach dem biogenetischen Grundgesetze eigentlich erwarten, dass auch die Ontogenesis jedes Organismus mit der Bildung einer Cytode beginnt. Wenn wir statt dessen gewöhnlich bereits im Beginn derselben eine Zelle, die Eizelle vorfinden, so scheint es, dass jenes erste, dem Zellen-Stadium vorausgehende Cytoden-Stadium gewöhnlich (nach dem Gesetze der abgekürzten Vererbung) verloren gegangen oder im Laufe der Jahr-Millionen unterdrückt worden ist. Doch lässt sich vielleicht, wie ich schon mehrfach hervorgehoben habe, das Verschwinden des Keimbläschens, welches nach erfolgter Befruchtung des Eies bei vielen Organismen im Beginne der Ontogenesis stattfinden soll, phylogenetisch als Rückschlag in das primitive Moneren-Stadium deuten. Thatsächlich ist diese Verwandlung des Ovulum in die Monerula eine rückschreitende Metamorphose; die befruchtete Zelle sinkt damit auf das niedere Stadium der kernlosen Cytode zurück (vergl. p. 105 und 330).

Zweites Stadium: Amoeba. Aus dem primordialen Cytoden-Zustande des autogonen Moneres hat sich zunächst als zweites Form-Stadium die einfache nackte Zelle entwickelt. Das Wesen dieses ersten und wichtigsten primordialen Entwickelungs-Vorganges bestand darin, dass das homogene Plasson der Cytode sich in zwei verschiedene Bestandtheile sonderte, in den inneren Nucleus und das äussere Protoplasma (vergl. oben p. 105). Dieser älteste phylogenetische Differenzirungs-Process wird ontogenetisch recapitulirt, wenn nach dem Verschwinden des Keimbläschens, und vor dem Zerfall des Ovulum in die beiden ersten Furchungszellen, ein neuer Nucleus im ersteren sich bildet. Der vorübergehende einfachste Zustand der Monerula erhebt sich damit wieder zur Zelle. Dass der einzellige Form-Zustand des Eies, welchen wir bei allen Thieren und Pflanzen ursprünglich vorfinden, auf eine gemeinsame einzellige Stammform phylogenetisch zu beziehen ist, liegt auf der Hand, und bedarf keines weiteren Beweises. Diejenige einzellige Organismen-Form aber, welche noch heutzutage jene uralte Stammform im lebenden Zustande repräsentirt, ist unstreitig die einfache Amoebe. Die nackten Eizellen vieler niederen Thiere sind von Amoeben geradezu nicht zu unterscheiden, und führen gleich diesen durch Bildung formwechselnder Fortsätze die characteristischen „amoeboiden Bewegungen" aus. Bei den Kalkschwämmen und bei vielen anderen Schwämmen ist diese morphologische und physiologische Uebereinstimmung der nackten Eizellen mit selbstständigen Amoeben so vollständig, dass die Eier dieser Spongien sogar geradezu für „parasitische Amoeben" gehalten worden sind (vergl. p. 156).

1) Haeckel, Biologische Studien, 1870, p. 1; und Jenaische Zeitschr. 1868, Bd. IV, p. 64.

Drittes Stadium: Synamoeba. Aus dem einzelligen Urzustande der Amoebe entwickelte sich zunächst durch wiederholte Theilung derselben und durch einfache Aggregation dieser Theilungs-Producte eine Amoeben-Colonie, ein Haufen oder Aggregat von lauter gleichartigen Amoeben, einfachen, nackten, beweglichen Zellen. Dieser phylogenetische Urzustand, welchen ich in der natürlichen Schöpfungsgeschichte Synamoeba genannt habe[1]), wird in der Ontogenesis durch die Morula repräsentirt, die sogenannte „Maulbeer-Form" des gefurchten Eies. Ohne Zweifel ist die Bildung einer solchen einfachen Zellengemeinde, welche aus lauter gleichartigen Zellen sich zusammensetzt, der erste Schritt bei der phyletischen Entstehung vielzelliger Organismen gewesen, und erst in zweiter Linie sind durch Differenzirung dieser gleichartigen Zellen vollkommnere Organismen entstanden.

Viertes Stadium: Planulata. Denjenigen phyletischen Entwickelungs-Zustand, welcher durch den Planula-Zustand in der Ontogenese recapitulirt wird, habe ich (in der natürlichen Schöpfungsgeschichte, III. Aufl. p. 445) Planulata genannt. Wir haben uns diese uralte Planulaten-Form vorzustellen als einen kugeligen, ellipsoiden, eiförmigen oder länglich runden, massiven Körper, welcher aus lauter dicht gedrängten Zellen zusammengesetzt ist. Die Zellen an der Oberfläche sind mit Flimmerhaaren versehen, kleiner, zarter und heller als die nicht flimmernden Zellen des Inneren. Mittelst der Flimmerbewegung ihrer Oberfläche schwamm die Planulate frei im Wasser umher. Wie die Planula aus der Morula, so ist die Planulata aus der Synamoeba dadurch entstanden, dass sich die oberflächlichen Zellen der einfachen Zellen-Gemeinde in Flimmerzellen verwandelten und somit von den inneren, nicht flimmernden Zellen differenzirten. Mit diesem wichtigen Differenzirungs-Prozesse erhob sich das Homoeorgan oder das homoplastische Idorgan der Synamoeba auf die höhere tectologische Stufe des Alloeorgans oder des alloplastischen Idorgans (vergl. oben p. 110—112). Damit war aber zugleich die Bildung der beiden Keimblätter, die Differenzirung von Entoderm und Exoderm gegeben, welche sich von den Planulaten auf alle höheren Thiere vererbt hat und noch heutzutage in deren Ontogenese jedesmal wiederkehrt, wenn das Blastoderm sich in das innere vegetative und das äussere animale Keimblatt spaltet.

Fünftes Stadium: Planogastraea. Dem ontogenetischen Entwickelungszustande der Planogastrula entsprechend, haben wir in der Phylogenese der Kalkschwämme einen fünften Formzustand anzunehmen, welchen wir Planogastraea nennen wollen. Er entwickelte sich aus dem vorhergehenden durch Bildung einer inneren Magenhöhle, indem im Centrum der Planulate eine Anzahl von Entoderm-Zellen verflüssigt wurden oder auch Flüssigkeit in das Innere hinein abgeschieden wurde. Dabei ordneten sich die übrig bleibenden Entoderm-Zellen dergestalt um diese centrale Höhle, dass sie eine einzige zusammenhängende, nicht

1) Haeckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte, III. Aufl. 1872, p. 444.

flimmernde Zellenschicht, ein Gastralblatt bildeten, nach aussen bedeckt von der einfachen, flimmernden Zellenschicht des Dermal-Blattes.

Sechstes Stadium: Gastraea. Von der grössten Bedeutung für die generelle Phylogenie des Thierreichs ist die gemeinsame Stammform desselben, welche wir Gastraea nennen wollen, und von deren einstiger Beschaffenheit uns die höchst wichtige Larven-Form der Gastrula noch heute ein getreues Abbild liefert. Die Thatsache, dass diese Larven-Form bei den verschiedensten Thierstämmen wiederkehrt, dass sie sich bei den Pflanzenthieren, Würmern, Mollusken, Echinodermen, ja bis zu den niedersten Wirbelthieren hinauf (Amphioxus) findet, ist meiner Ansicht nach nicht hoch genug anzuschlagen, und legt deutliches Zeugniss für die einstige gemeinsame Abstammung Aller von der Gastraea ab. Wie die Gastrula aus der Planogastrula, so ist die Gastraea aus der Planogastraea durch Bildung einer Mundöffnung, mittelst Durchbruchs der Magenhöhle am Oral-Pol der Längsaxe, enstanden. Die Gastraea ist demnach ein kugeliger oder länglich runder Körper mit Magenhöhle und Mundöffnung, dessen Magenwand aus zwei differenten Zellenschichten gebildet wird, aus dem inneren nicht flimmernden Gastral-Blatt oder Entoderm, und aus dem äusseren flimmernden Dermal-Blatt oder Exoderm.

Siebentes Stadium: Protascus. Während die Gastraea noch als gemeinsame Stammform des ganzen Thierreichs betrachtet werden kann, ist dies bei dem nun folgenden Entwickelungs-Stadium des Protascus nicht mehr der Fall. Der Stammbaum des Thierreichs spaltet sich jetzt in zwei grosse Hauptlinien oder Zweige, einerseits die festsitzenden Pflanzenthiere (Spongien und Acalephen), anderseits die frei beweglichen Würmer, aus denen sich alle höheren Thierstämme entwickelten. Aus der Gastraea gingen also zunächst als divergirende Nachkommen zwei Thierformen hervor *(Prothelmis* und *Protascus)*, für deren sehr verschiedene weitere Entwickelung die Anpassung an die verschiedene Lebensweise entscheidend wurde. Prothelmis, welche die frei bewegliche Lebensweise beibehielt, wurde Stammvater des „bilateralen“ Würmer-Stammes (zunächst der Turbellarien); Protascus hingegen, welcher aus der frei beweglichen in die festsitzende Lebensweise überging, gab dem Stamme der Pflanzenthiere (Zoophyten oder Coelenteraten) den Ursprung. Nachdem sich die Gastraea mit dem aboralen, der Mundöffnung entgegengesetzten Körperende festgesetzt hatte, zogen die Flimmerzellen des Dermal-Blattes ihre schwingenden Wimperhaare ein; die bis dahin nicht flimmernden Zellen des Gastralblattes hingegen begannen bewegliche Flimmerhaare zu entwickeln. So entstand der Protascus phyletisch aus der Gastraea in derselben Weise, wie noch heutzutage in der Ontogenese der Pflanzenthiere aus der Gastrula zunächst nach deren Anheftung die Ascula entsteht.

Achtes Stadium: Archispongia. Aus dem Protascus, als der gemeinsamen Stammform aller Zoophyten, gingen zunächst zwei höchst wichtige Thierformen

durch divergirende Entwickelung hervor: Archispongia, die Stammform der Spongien, und Archydra, die Stammform der Acalephen (Hydromedusen, Ctenophoren, Corallen). Das divergente Entwickelungs-Moment für die Entstehung dieser beiden Hauptgruppen des Zoophyten-Stammes gab zunächst die Bildung der Porencanäle in der Magenwand einerseits, die Bildung von Nesselzellen in der Dermalfläche andererseits. Die gemeinsame Stammform des Protascus können wir uns noch für alle Pflanzenthiere identisch vorstellen, gleichwie die entsprechende ontogenetische Ascula-Form bei den Spongien und Acalephen identisch ist: ein einfacher Schlauch, der am einen Ende der Längsaxe festsitzt, am anderen Ende eine Mundöffnung besitzt, und dessen dünne Wand (Magenwand) aus zwei Zellenschichten besteht, dem flimmernden Entoderm und dem flimmerlosen Exoderm. Indem nun in dieser Magenwand veränderliche Poren auftraten, entstand aus dem Protascus die Archispongia, wie noch heutzutage aus der Ascula die correspondirende Protospongia sich entwickelt. Bei demjenigen Protascus hingegen, welcher zur Stammform der Acalephen wurde, bei der Archydra, entwickelten sich keine Poren in der Magenwand, hingegen Nesselzellen im Exoderm.

Neuntes Stadium: Olynthus. Aus der Archispongia, der gemeinsamen Stammform aller Schwämme, entwickelte sich Olynthus, die Stammform der Kalkschwämme, einfach durch Ablagerung von kohlensaurem Kalke im Exoderm, welcher sich durch „Biokrystallisation" zu den kalkigen Spicula gestaltete, die für diese Abtheilung der Spongien ausschliesslich characteristisch sind. Diese phylogenetische Entstehung des ältesten Olynthus aus der Archispongia ist thatsächlich ebenso einfach vorzustellen, wie die ontogenetische Entstehung der heute noch lebenden Olynthus-Formen aus der Protospongia, welche wir täglich beobachten können. Ebenso aber, wie wir in der Ontogenie aller Kalkschwämme den Olynthus (oder bei einigen mundlosen Formen an seiner Stelle den Clistolynthus) als vorübergehende Jugendform antreffen, ebenso ist auch die Phylogenie der Kalkschwämme im Stande, alle verschiedenen Formen dieser Gruppe aus der gemeinsamen Stammform des Olynthus abzuleiten.

Die Phylogenie des Olynthus, wie sie vorstehend in strenger Anlehnung an die Ontogenie desselben nach dem biogenetischen Grundgesetze entworfen ist, erscheint vor Allem desshalb von Interesse, weil sie die Streitfrage von der Stellung der Spongien im Systeme des Thierreichs definitiv entscheidet. Da die Schwämme mit allen höheren Thierstämmen die Larven-Form der *Gastrula* theilen, schliessen wir daraus auf ihre gemeinsame Abstammung von der *Gastraea*, und da sie mit den Acalephen auch noch die Jugend-Form der *Ascula* gemein haben, dürfen wir daraus auf die gemeinsame Descendenz beider Gruppen von dem *Protascus* schliessen.

Tabellarische Uebersicht des Parallelismus zwischen der Ontogenie und Phylogenie des Olynthus.

Neun Stadien der Entwickelung des Olynthus.	No.	Ontogenesis.	Phylogenesis.
Erstes Stadium: Eine nackte Cytode.	I.	(Monerula?)	Moneres.
Zweites Stadium: Eine nackte amoeboide Zelle.	II.	Ovulum.	Amoeba.
Drittes Stadium: Ein Aggregat von gleichartigen nackten Zellen (Maulbeerform).	III.	Morula.	Synamoeba.
Viertes Stadium: Eine solide Flimmerlarve mit zweifach differenzirten Zellen.	IV.	Planula.	Planulata.
Fünftes Stadium: Eine Flimmerlarve mit Magenhöhle, aber ohne Mundöffnung.	V.	Planogastrula.	Planogastraea.
Sechstes Stadium: Eine Flimmerlarve mit Magenhöhle und mit Mundöffnung.	VI.	Gastrula.	Gastraea.
Siebentes Stadium: Ein festsitzender Schlauch mit Magenhöhle und Mundöffnung, mit solider zweiblättriger Magenwand, ohne Poren.	VII.	Ascula.	Protascus.
Achtes Stadium: Ein festsitzender Schlauch mit Magenhöhle und Mundöffnung, mit zweiblättriger, von Poren durchbohrter Magenwand.	VIII.	Protospongia.	Archispongia.
Neuntes Stadium: Ein Schlauch, gleich dem des achten Stadiums, aber mit Kalk-Nadeln im Exoderm (oder äusseren Blatt der Magenwand).	IX.	Olynthus.	Olynthus.

Phylogenie der drei Familien des natürlichen Systems.

Wie uns die Ontogenie des Olynthus die Phylogenie dieser Stammform aller Kalkschwämme erzählt, so brauchen wir auch bei allen davon abgeleiteten Formen bloss die Ontogenie zu befragen, um befriedigende Auskunft über die Phylogenie zu erhalten. Zunächst gilt dies von den Stammformen der drei natürlichen Familien. Schon aus der vergleichenden Anatomie hat sich ergeben, dass wir einerseits *Dyssycus*, als die Stammform der Leuconen, anderseits *Sycurus*, als die Stammform der Syconen, als zwei divergirende Fortbildungen von der gemeinsamen Urform des *Olynthus*, der Stammform der Asconen, abzuleiten haben. Ebenso hat uns die Ontogenie gezeigt, dass sowohl *Dyssycus* als *Sycurus* während ihrer individuellen Entwickelung vorübergehend die *Olynthus*-Form durchlaufen. Es unterliegt da-

her nicht dem geringsten Zweifel, dass auch phylogenetisch *Dyssycus* und *Sycurus* als zwei divergente Nachkommen des *Olynthus* aufzufassen sind, und dass sich demnach auch die beiden Familien der Leuconen und Syconen als zwei divergirende Gruppen aus der Stammfamilie der Asconen historisch entwickelt haben.

Alle verschiedenen Ascon-Formen sind phylogenetisch ebenso wie ontogenetisch aus dem *Olynthus* entstanden, theils durch Modificationen der Mundbildung (indem die nackte Mundöffnung des Olynthus entweder rüsselförmig oder bekränzt wurde, oder sich durch Verwachsung schloss), theils durch mannichfaltige Stockbildung (mittelst unvollständiger Theilung oder Knospung oder Concrescenz). Der characteristische einfache Bau der Magenwand des Olynthus, mit den einfachen Poral-Tuben, vererbte sich aber dabei auf alle Nachkommen desselben, die wir in der Ascon-Familie zusammenfassen.

Alle verschiedenen Leucon-Formen sind aus dem *Dyssycus*, als der gemeinsamen Stammform der Leuconen-Familie, ebenso phylogenetisch, wie ontogenetisch entstanden, mittelst derselben Entwickelungs-Processe, mittelst deren sich die verschiedenen Ascon-Formen aus dem Olynthus hervorbildeten. Der *Dyssycus* selbst aber entstand ebenfalls aus dem Olynthus, indem das Exoderm sich bedeutend verdickte, die inconstanten Poren sich in constante Canäle verwandelten, und diese sich vielfach verästelten und durch Anastomosen verbanden. Dabei zog sich das Geissel-Epithel aus der Magenhöhle in die Ramal-Canäle oder in einen Theil derselben (die Geisselkammern) zurück.

Alle verschiedenen Sycon-Formen sind aus dem *Sycurus*, als der gemeinsamen Stammform der Syconen-Familie, ebenso phylogenetisch, wie ontogenetisch entstanden, und zwar ebenfalls mittelst derselben Entwickelungs-Processe, mittelst deren sich alle Ascon-Formen aus dem Olynthus und alle Leucon-Formen aus dem Dyssycus hervorbildeten. Der *Sycurus* selbst aber entstand ebenfalls aus dem *Olynthus*, oder strenger ausgedrückt, aus der socialen Olynthus-Form, aus dem *Soleniscus*. Wie schon früher ausgeführt, ist der *Sycurus* nichts Anderes, als ein *Soleniscus*, welcher durch regelmässige strobiloide Knospung auf der gesammten Dermalfläche eines Olynthus entstanden ist; der Magenschlauch des Sycurus ist der primäre Olynthus und die Radial-Tuben sind die daraus hervorknospenden secundären Olynthen; die letzteren allein behalten das Geissel-Epithel, während es in der Gastralfläche des ersteren (primären) während der strobiloiden Gemmation verloren geht. Aus dieser Phylogenie des Sycurus geht auch zugleich hervor, dass von den drei Sycon-Typen, welche man nach der Entwickelung der Radial-Tuben unterscheiden kann, der *Syconaga*-Typus (p. 243) als der älteste zu betrachten ist. Die beiden anderen Typen, der *Syconopa*-Typus (p. 244) und der *Syconusa*-Typus (p. 247), sind erst secundär aus dem ersteren entstanden, die Syconusa-Form durch totale, die Syconopa-Form hingegen durch partielle Verwachsung der Radial-Tuben.

Phylogenie der Genus-Formen des natürlichen Systems.

Die einundzwanzig Genera des natürlichen Systems, welche die Basis der natürlichen Classification im zweiten Bande (p. 8) bilden, sind lediglich auf die verschiedene Zusammensetzung des Skelets aus den drei Hauptformen der Spicula basirt (vergl. oben p. 84). Es ist zweifellos, dass sich nächst der in erster Linie streng erblichen Structur der Magenwand bei den drei natürlichen Familien diese characteristische, siebenfach verschiedene Zusammensetzung des Skelets constanter vererbt, als alle übrigen morphologischen Verhältnisse. Sie liefert daher die sicherste, und eigentlich die einzig brauchbare Basis für die Unterscheidung natürlicher Genera.

In der vergleichenden Histologie des Skelets (p. 170—209) ist bereits nachgewiesen worden, dass alle verschiedenen Spicula-Formen der Kalkschwämme sich als Modificationen von drei Hauptformen ergeben, und dass unter diesen drei Hauptformen die bei weitem wichtigste Rolle dem Dreistrahler zufällt. Der Vierstrahler, welcher demnächst die meiste Bedeutung hat, ist anatomisch und genetisch stets als secundäre Form aus dem primären Dreistrahler abzuleiten. Am wenigsten Bedeutung aber hat für die Kalkschwämme die einfache, einaxige Nadel oder die Stabnadel.

Nach der ausführlichen Erläuterung, welche ich über die Beziehungen der verschiedenen Spicula-Formen zu einander ebenfalls in der vergleichenden Histologie des Skelets gegeben habe, bedarf es hier ferner keines Beweises, dass alle verschiedenen Formen der Dreistrahler und Vierstrahler, sowohl die sagittalen, als die irregulären und subregulären, sich ohne jeden Zwang phylogenetisch von einer einzigen gemeinsamen Grundform ableiten lassen, von dem absolut regulären Dreistrahler, welchen ich als einen Biokrystall, und zwar als eine hemiaxonie Form des hexagonalen Krystall-Systems auffasse (vergl. p. 183). Die jüngsten und kleinsten Formen aller Dreistrahler sind ganz kleine, regulär-dreieckige Scheiben; dreiseitige reguläre Prismen mit verkürzter Hauptaxe (vergl. Taf. 5, Fig. 1a—1c, 3a—3c, 7a—7c, 8a—8c; Taf. 12, Fig. 1a, 2a etc.; Taf. 14, Fig. 3b, 5b etc.).

Verwerthen wir diese Auffassung für die Phylogenie der Genera des natürlichen Systems, so ergiebt sich ohne Weiteres das Genus Ascetta mit Sicherheit als die gemeinsame Stammform aller Calcispongien-Gattungen, welche nur Dreistrahler und Vierstrahler, also keine Stabnadeln führen. Innerhalb der Ascon-Familie sind aus der Ascetta zwei andere Genera, nämlich zunächst *Ascaltis* und weiterhin *Ascilla* abzuleiten. Ferner sind aus *Ascetta* als zwei divergirende Zweige einerseits *Leucetta,* anderseits *Sycetta* entstanden. Von *Leucetta* stammt zunächst *Leucaltis* und weiterhin *Leucilla* ab; ebenso von *Sycetta* zunächst *Sycaltis* und dann *Sycilla.*

Es bleiben nun noch die Calcispongien-Genera übrig, welche Stabnadeln in ihrem Skelet enthalten. Die Stabnadeln oder die einaxigen Nadeln bereiten uns in der

monophyletischen Ableitung der Genera die einzige Schwierigkeit. Es entsteht nämlich die Frage, wo überhaupt die Stabnadeln herkommen, und eventuell, in welchem genetischen Verhältnisse dieselben zu den anderen beiden Hauptformen der Spicula stehen, zu den vereinigten Dreistrahlern und Vierstrahlern. Da der Vierstrahler immer aus dem Dreistrahler entstanden ist, so brauchen wir bloss das Verhältniss der Stabnadel zum Dreistrahler zu erörtern. Hier scheinen nun drei Fälle möglich zu sein: 1) Entweder sind die Stabnadeln ganz selbstständige Bildungen; oder 2) die Stabnadeln sind aus den Dreistrahlern entstanden; oder 3) die Dreistrahler sind umgekehrt aus den Stabnadeln entstanden.

Die dritte Eventualität können wir sofort entschieden verneinen; niemals ist bei den Kalkschwämmen ein Dreistrahler aus einer Stabnadel entstanden. Die Ontogenie der Dreistrahler zeigt uns die kleinsten und jüngsten Formen derselben stets in Form einer gleichseitig-dreieckigen Scheibe, aus deren Ecken erst nachträglich die drei konischen Schenkel hervorwachsen. Niemals aber habe ich eine Beobachtung gemacht, welche etwa auf eine Zusammensetzung des Dreistrahlers aus drei Stabnadeln, oder überhaupt auf irgend eine andere Möglichkeit der Entwickelung des Dreistrahlers aus der Stabnadel hindeutete.

Die zweite Eventualität ist insofern zu bejahen, als in einzelnen (aber wenigen Fällen) die Stabnadel unzweifelhaft aus dem Dreistrahler hervorgeht. Dies geschieht bei einigen sagittalen Dreistrahlern mit sehr hypertrophischem Basal-Strahle, bei welchen die beiden Lateral-Strahlen schliesslich bis zum Verschwinden atrophiren können. Wirkliche Uebergänge von solchen sagittalen Dreistrahlern in einfache Stabnadeln habe ich z. B. im Stiele von *Ascortis lacunosa* beobachtet (Taf. 12, Fig. 2g, 2h), ferner bei *Leucetta pandora* (Taf. 23, Fig. e), im Stiele von *Sycandra ampulla*, var. *petiolata* (Taf. 52, Fig. 2p) und in den Distal-Kegeln mehrerer *Sycandra*-Arten, namentlich *S. elegans* und *S. Humboldtii* (Taf. 54, Fig. 2d, 3d). So wichtig nun auch die Thatsache ist, dass in einigen Fällen Stabnadeln aus Dreistrahlern durch Verlust der beiden Lateral-Schenkel ontogenetisch (und also auch phylogenetisch) entstehen können, so erscheint dieser Fall im Ganzen doch nur als eine seltene Ausnahme, und es ist sehr unwahrscheinlich, dass alle Stabnadeln der Kalkschwämme ursprünglich auf diese Art entstanden sind.

Die erste Eventualität, dass die Stabnadeln selbstständige, von den Dreistrahlern unabhängige Bildungen sind, würde demnach für die grosse Mehrzahl der Stabnadeln bejaht werden müssen. In der That halte ich diese Annahme für die richtige. Zunächst spricht dafür die Ontogenie der beiderlei Nadelformen. Die Stabnadel erscheint schon in der jüngsten und kleinsten Anlage als eine lineare Ablagerung von kohlensaurem Kalk. Die Moleküle des letzteren sind alle in einer geraden Linie angeordnet. Bei weiterem Wachsthum entsteht daraus durch gleichzeitige Verdickung und Verlängerung ein Cylinder oder eine Spindel; aus diesen haplopolen Monaxon-

Formen sind alle übrigen Formen der Stabnadeln abzuleiten. Damit ist ein primitiver Unterschied von der ersten Jugendform des Dreistrahlers, von dem regulär dreiseitigen Prisma gegeben. Es ist demnach wohl anzunehmen, dass der Dreistrahler und die Stabnadel zwar beide als Biokrystalle zu betrachten sind, entstanden durch das Zusammenwirken der krystallisirenden Thätigkeit des kohlensauren Kalkes und der organisirenden Thätigkeit der Sarcodine; dass aber dieses Zusammenwirken der beiden formbildenden Factoren in beiden Fällen, bei der Stabnadel und bei dem Dreistrahler in verschiedener Weise, nach verschiedenen Gesetzen erfolgt.

Wenn wir nun diese, wahrscheinlich richtige Auffassung für die Phylogenie der natürlichen Genera verwerthen, so könnte man zunächst vielleicht auf die Vorstellung kommen, dass es zwei ursprünglich verschiedene Gruppen von Kalkschwämmen giebt: Calcispongien mit Dreistrahlern (und davon abgeleiteten Vierstrahlern), deren Stammform *Ascetta* ist; und Calcispongien mit Stabnadeln, deren Stammform *Ascyssa* sein würde. Alle Kalkschwämme, welche diese beiden genetisch verschiedenen Nadelformen gemischt enthalten, müsste man dann entweder als Descendenten einer Bastardform von *Ascetta* und *Ascyssa* ansehen, oder als Descendenten einer dritten selbstständigen Abtheilung, deren Stammform das Vermögen besass, gleichzeitig Dreistrahler und Stabnadeln zu bilden *(Ascortis)*.

Einiges Licht wird auf diese sehr dunkeln und schwierigen Fragen der Phylogenie schon durch die Statistik der Nadelformen geworfen. Von den hundert und elf Species des natürlichen Systems bilden 44 Arten nur Dreistrahler und Vierstrahler, keine Stabnadeln; nur 6 Arten (2 *Ascyssa*, 3 *Leucyssa*, 1 *Sycyssa*) bilden bloss Stabnadeln, keine Dreistrahler und Vierstrahler; hingegen 61 Arten, also mehr als die Hälfte aller Kalkschwämme, produciren sowohl Stabnadeln, als Dreistrahler und Vierstrahler. Jener letzten Annahme zufolge würde man also 44 Species von der Stammform *Ascetta*, 6 Species von der Stammform *Ascyssa* und 61 Species von der Stammform *Ascortis* ableiten müssen.

Viel wichtiger aber für die Lösung dieser Fragen erscheint die Vertheilung der drei verschiedenen Nadelformen und ihre physiologische Bedeutung. Wenn ich Alles, was ich in dieser Beziehung erkannt zu haben glaube und oben in der Histologie des Skelets mitgetheilt habe, zusammenfasse, so bleibt mir als wichtigstes allgemeines Resultat die Ueberzeugung, dass die Dreistrahler ursprünglich und primär die Hauptrolle spielen, dass hingegen die Vierstrahler ursprünglich nur als innere Anpassungs-Bildungen der Gastralfläche, die Stabnadeln aber umgekehrt als äussere Anpassungs-Bildungen der Dermal-Fläche zu betrachten, und daher von secundärer Bedeutung sind. Ich treffe hier bis zu einem gewissen Grade ziemlich mit den Anschauungen Bowerbank's zusammen, welcher die Spicula nach ihrer physiologischen Bedeutung classificirt und benennt, und gewöhnlich bei den Kalkschwämmen die Dreistrahler als „Skeleton-Spicula“, die Vierstrahler als „Internal defen-

sive Spicula" und die Stabnadeln als „External defensive Spicula" bezeichnet. In der That bilden die Dreistrahler nicht allein die ganz überwiegende Mehrzahl der Spicula der Kalkschwämme (vergl. oben p. 172), sondern sie bilden namentlich auch gewöhnlich die Hauptmasse des Skelets und das eigentliche feste Gerüst des Körpers; niemals treten sie frei über die gastrale oder dermale Fläche hervor; niemals sind sie daher Schutzwaffen, sondern immer feste Stützen des weichen Körpers. Die Vierstrahler hingegen sind in ihrer grossen Mehrzahl Schutzwaffen der Gastralfläche, in deren Ebene ihre drei facialen Schenkel verborgen liegen, während der vierte oder apicale Schenkel frei in die Magenhöhle vorspringt, und den Eintritt fremder Eindringlinge hindert. Die Stabnadeln umgekehrt sind in ihrer grossen Mehrzahl Schutzwaffen der Dermalfläche, indem sie gewöhnlich mit dem grössten Theile frei über die äussere Körperfläche vorragen und ein Borstenkleid oder einen Stachelpanzer bilden, welcher die Annäherung und den Angriff fremder Zudringlinge abwehrt. Ausserdem dienen sie oft speciellen Anpassungs-Functionen, wie namentlich im Peristom-Kranze der kranzmündigen Kalkschwämme, im Stiele mancher langgestielten Personen u. s. w.

Verhältnissmässig selten und untergeordnet sind hingegen die Fälle, in denen die Vierstrahler oder die Stabnadeln an die Stelle der Dreistrahler treten und die festen Stützen des Körpers bilden. Nur bei 6 Species wird das Skelet ausschliesslich aus Stabnadeln, nur bei 8 Species ausschliesslich aus Vierstrahlern gebildet (vergl. oben p. 296). Nur bei sehr wenigen anderen Arten treten die Stabnadeln, gemischt mit Dreistrahlern oder Vierstrahlern, als secundäres Stützen-Skelet auf oder bilden die Hauptmasse des Skelets. Gerade diese Arten aber erscheinen im Uebrigen keineswegs als sehr ursprüngliche und einfache, sondern als stark modificirte und differenzirte Formen, wie z. B. die Leucandra-Arten mit Stäbchen-Mörtel. Ich halte daher alle diese Arten für solche, bei denen die Stabnadeln erst secundär zu dieser Bedeutung gelangt sind und die primär vorhandenen Dreistrahler oder Vierstrahler verdrängt und schliesslich ersetzt haben. Mit anderen Worten: die Kalkschwämme, deren Skelet ganz ausschliesslich oder doch zum grössten Theile aus Stabnadeln gebildet wird, sind nicht sehr einfache und ursprüngliche, sondern abgeleitete und theilweise zurückgebildete Formen. Die Dreistrahler oder Vierstrahler, welche ursprünglich bei ihren Vorfahren das Stützen-Skelet bildeten, sind ganz oder grösstentheils im Laufe der Zeit verloren gegangen.

Wenn wir diese Anschauung, welche ich unter den verschiedenen möglichen Hypothesen über die Phylogenie der Hauptformen der Spicula für die wahrscheinlichste halte, auf die Phylogenie derjenigen Genera des natürlichen Systems, welche Stabnadeln enthalten, übertragen, so scheinen sich folgende genealogische Hypothesen am meisten der Wahrheit zu nähern. Aus *Ascetta* hat sich durch secundäre Ausbildung von dermalen Stabnadeln *Ascortis* entwickelt, ebenso aus *Leucetta* die ent-

sprechende *Leucortis* und aus *Sycetta* auf dieselbe Weise *Sycortis*. Ferner ist, dieser Entwickelungs-Reihe correspondirend, aus *Ascaltis* durch secundäre Ausbildung von dermalen Stabnadeln das Genus *Ascandra* entstanden, ebenso aus *Leucaltis* die entsprechende *Leucandra*, und aus *Sycaltis* auf dieselbe Weise *Sycandra*. Eine dritte parallele Entwickelungs-Reihe, welche ebenfalls der secundären Ausbildung von dermalen Stabnadeln ihre Entstehung verdankt, setzt sich zusammen aus *Asculmis*, welche von *Ascilla*, aus *Leuculmis*, welche von *Leucilla*, und aus *Syculmis*, welche von *Sycilla* abzuleiten ist.

Schliesslich bleiben nur diejenigen drei Genera (mit nur sechs Arten) übrig, deren Skelet bloss aus Stabnadeln besteht, und welche daher für die monophyletische Auffassung der Kalkschwämme die meisten Bedenken und Schwierigkeiten verursachen. Nach den vorher gegebenen Erörterungen halte ich es für das Wahrscheinlichste, dass diese drei Genera durch Rückbildung aus anderen Kalkschwämmen entstanden sind, welche neben den Stabnadeln auch noch Dreistrahler oder Vierstrahler, oder alle drei Hauptformen der Spicula gemischt enthielten. Wahrscheinlich ist also *Ascyssa* aus *Ascortis* durch Verlust der Dreistrahler entstanden (vielleicht auch aus *Asculmis* durch Verlust der Vierstrahler, oder aus *Ascandra* durch Verlust der Dreistrahler und Vierstrahler). Ebenso hat sich vermuthlich *Leucyssa* aus *Leucortis* (oder *Leuculmis* oder *Leucandra*) und entsprechend auch *Sycyssa* aus *Sycortis* (oder *Syculmis* oder *Sycandra*) entwickelt.

Für den denkenden Zoologen, welcher das reiche empirische Material, das im zweiten Bande dieser Monographie enthalten ist, sich angeeignet hat, wird die hier gegebene monophyletische Ableitung aller Calcispongien-Genera von *Ascetta* als die wahrscheinlichste unter den verschiedenen möglichen phylogenetischen Hypothesen erscheinen. Indessen bedarf es wohl kaum der Andeutung, dass mit dieser Hypothese, wie sie in dem nachstehenden Stammbaum (p. 359) übersichtlich dargestellt ist, nur der erste Anfang zu einer Phylogenie der Kalkschwämme gemacht ist. Ueber die anderen Hypothesen, welche ausserdem daneben noch möglich sind, sowie über den monophyletischen oder polyphyletischen Ursprung der verschiedenen Genera, werde ich nachher noch im achten Kapitel handeln, ebenso über die ausserordentliche Bedeutung, welche die connexiven und transitorischen Varietäten für die Phylogenie der 21 Genera des natürlichen Systems besitzen.

Phylogenie der Species-Formen des natürlichen Systems.

Die Stammesgeschichte aller der einzelnen Formen, welche im natürlichen System des zweiten Bandes als Species aufgeführt sind, ergiebt sich für den denkenden Leser unmittelbar einerseits aus der Vergleichung der speciellen und möglichst erschöpfenden Beschreibungen, welche ich dort von diesen hundert und elf „guten Arten" und namentlich von ihrer characteristischen Skelet-Bildung gegeben habe;

anderseits aus den Reflexionen, welche an diese Beobachtungen im dritten Kapitel dieses Bandes geknüpft worden sind. Dabei sind von besonderer Bedeutung die specifischen, connexiven und transitorischen Varietäten, welche den unmittelbaren Uebergang von einer Art und Gattung zur anderen vermitteln, und auf welche ich im achten Kapitel zurückkommen werde.

Als die natürliche Stamm-Art der beschriebenen hundert und elf Arten betrachte ich, gestützt auf die vorausgegangenen Erörterungen, die *Ascetta primordialis*, und zwar die Olynthus-Form derselben (den *Olynthus primordialis*). Aus dieser Stamm-Species, welcher zunächst die Familie der Asconen ihren Ursprung verdankt, haben sich zwei divergirende Haupt-Arten entwickelt, welche in der entscheidenden Skelet-Structur völlig mit der ersteren übereinstimmen: *Leucetta primigenia*, die Stamm-Art der Leuconen, und *Sycetta primitiva*, die Stamm-Art der Syconen; von der ersteren ist die Dyssycus-Form *(Dyssycus primigenius)*, von der letzteren die Sycurus-Form *(Sycurus primitivus)* als specielle Stammform der betreffenden Familie zu betrachten.

Natürlich bedingen die zahlreichen Lücken, welche wegen der Unvollständigkeit des gesammelten Materials und wegen unserer Unkenntniss der ausgestorbenen Formen hier wie überall im System existiren, eine sehr ungleiche Sicherheit in der phylogenetischen Ableitung der einzelnen natürlichen Arten. Bei vielen von den letzteren können wir die Descendenz mit einem solchen Grade von Sicherheit feststellen, dass unsere genealogische Hypothese den Anspruch auf Vollgültigkeit erheben kann. Bei vielen anderen Arten hingegen können wir nur annähernd die Abkunft errathen, und es bleiben neben einer, am meisten wahrscheinlichen Stamm-Art auch noch eine oder mehrere nächstverwandte Formen in Betracht zu ziehen, unter denen möglicher Weise die wirkliche ursprüngliche, obgleich scheinbar entferntere Stamm-Art versteckt ist. Diese relative Unsicherheit vieler unserer genealogischen Hypothesen thut aber der absoluten Sicherheit anderer in Wirklichkeit keinen Abbruch. Sie erscheint sogar ziemlich gleichgültig, wenn man überhaupt die grenzenlose Ungebundenheit der Species-Form bei den Kalkschwämmen in Betracht zieht. Die Hauptsache bleibt hier, wie bei allen phylogenetischen Versuchen, nicht, dass wir jede einzelne, als „bona species“ definirte Form, von einer bestimmten anderen „guten Art“ ableiten, sondern vielmehr die durch diese Versuche erlangte moralische Ueberzeugung, dass „gute Arten“ in dem dogmatischen Sinne der herrschenden Schule überhaupt nicht existiren, dass vielmehr alle sogenannten *„bonae species“* in Wahrheit ursprünglich *„malae species“*, d. h. durch Uebergangs-Formen verbunden und Abkömmlinge einer gemeinsamen Stammform sind.

Um jedoch zu zeigen, wie ungefähr der genealogische Zusammenhang der bis jetzt bekannten Calcispongien-Species gedacht werden kann, gebe ich nachstehend eine hypothetische Stammtafel (p. 356), in welcher neben jeder Art

des natürlichen Systems diejenige Species genannt ist, welche der unbekannten Stammform der ersteren in dem wirklichen Stammbaume wahrscheinlich unter den bekannten Species am nächsten steht. Dabei sind vier Grade der Wahrscheinlichkeit unterschieden. Die mit !! bezeichnete Descendenz ist so wahrscheinlich, dass sie beinahe als sicher gelten kann. Auch die mit ! bezeichnete Abstammung ist noch in hohem Grade wahrscheinlich. Hingegen ist die mit ? bezeichnete Descendenz eine entferntere Möglichkeit, und die mit ?? bezeichnete Abstammung ist ganz zweifelhaft.

Phylogenie der Formen des künstlichen Systems.

Die bleibende Bedeutung, welche das künstliche System der Kalkschwämme neben dem natürlichen System besitzt, und die Unentbehrlichkeit der in beiden Systemen nach ganz verschiedenen Principien aufgestellten generischen und specifischen Begriffe, nöthigt uns, hier schliesslich noch ein Wort über die Phylogenie der verschiedenen Formen zu sagen, welche wir im künstlichen System als Ordnungen und Familien, Gattungen und Arten desselben unterschieden haben. Da wir schon vielfach in der vergleichenden Anatomie und im System der Kalkschwämme auf den verwandtschaftlichen Zusammenhang und die phyletische Descendenz jener verschiedenen Formen hingewiesen haben, und da wir ausserdem noch im achten Kapitel darauf zurückkommen, so können wir uns hier auf wenige ergänzende und zusammenfassende Bemerkungen beschränken.

Von den beiden Hauptgruppen oder Legionen des künstlichen Systems (Bd. II, p. 383 und 394) sind natürlich die socialen Polygrantien erst secundär aus den solitären Monograntien entstanden, und unter den letzteren sind die Dorograntien als die Stamm-Ordnung der sechs übrigen Ordnungen zu betrachten. Dem entsprechend sind unter den 19 künstlichen Familien (in den drei Reihen der Asconen, Leuconen und Syconen) die Olynthiden als die Stamm-Familie der ersten Reihe, die Dyssyciden als die Stamm-Familie der zweiten Reihe und die Sycariden als die Stamm-Familie der dritten Reihe zu betrachten (vergl. p. 85). Unter den einzelnen künstlichen Gattungen, welche in jenen 19 Familien nach der verschiedenen Mundbildung unterschieden werden, sind die nacktmündigen Formen allgemein als die ursprünglichen anzusehen; aus ihnen haben sich durch Bildung eines Rüssels die rüsselmündigen Formen, durch Bildung eines Peristom-Kranzes die kranzmündigen Formen, und endlich durch Verlust der Mundöffnung die mundlosen Formen entwickelt. Demnach dürfte der Stammbaum der Gattungs-Formen des künstlichen Systems mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit etwa annähernd die Gestalt annehmen, welche auf p. 360 skizzirt ist. Selbstverständlich beansprucht dieser Stammbaum ebenso wenig, wie derjenige der natürlichen Genus-Formen (p. 359) eine dogmatische Geltung. Vielmehr soll damit nur derjenige genealogische Zu-

sammenhang der Genus-Formen angedeutet werden, welcher unter den verschiedenen möglichen Fällen wahrscheinlich am häufigsten stattfindet. Sicher finden aber auch vielfach Abweichungen von diesem gewöhnlichen Schema statt; und innerhalb jeder der drei natürlichen Familien ist neben der vorwiegenden monophyletischen Descendenz wahrscheinlich auch vielfach polyphyletische Abstammung anzunehmen. Auch hierauf werde ich im achten Kapitel zurückkommen.

Hypothetische Stamm-Tafel über die Descendenz der Species des natürlichen Systems (vergl. p. 354).

Species des natürlichen Systems.	Species, welche wahrscheinlich der Stammform am nächsten steht.
1. Ascetta primordialis	Gemeinsame Stamm-Art.
2. — coriacea	Ascetta primordialis !!
3. — clathrus	— primordialis !
4. — sceptrum	— coriacea !
5. — blanca	— primordialis !!
6. — vesicula	— primordialis !
7. — sagittaria	— blanca !!
8. — flexilis	— primordialis !!
9. Ascilla gracilis	Ascaltis canariensis !
10. — japonica	Ascilla gracilis !
11. Ascyssa troglodytes	Ascandra botrys ??
12. — acufera	— pinus ??
13. Ascaltis canariensis	Ascetta primordialis !!
14. — cerebrum	Ascaltis canariensis !
15. — Darwinii	— canariensis !
16. — Lamarckii	— Darwinii !
17. — Gegenbauri	— canariensis !
18. — Goethei	Ascetta sagittaria ?
19. — botryoides	— flexilis ??
20. Ascortis horrida	— primordialis !!
21. — lacunosa	— blanca !
22. — Fabricii	Ascortis lacunosa !
23. — corallorrhiza	— Fabricii !!
24. — fragilis	Ascetta flexilis !
25. Asculmis armata	Ascandra complicata ?
26. Ascandra cordata	Ascaltis canariensis !!
27. — falcata	Ascandra reticulum !!
28. — densa	— panis ?
29. — panis	Ascortis horrida ?
30. — reticulum	Ascaltis cerebrum !
31. — contorta	— canariensis ?

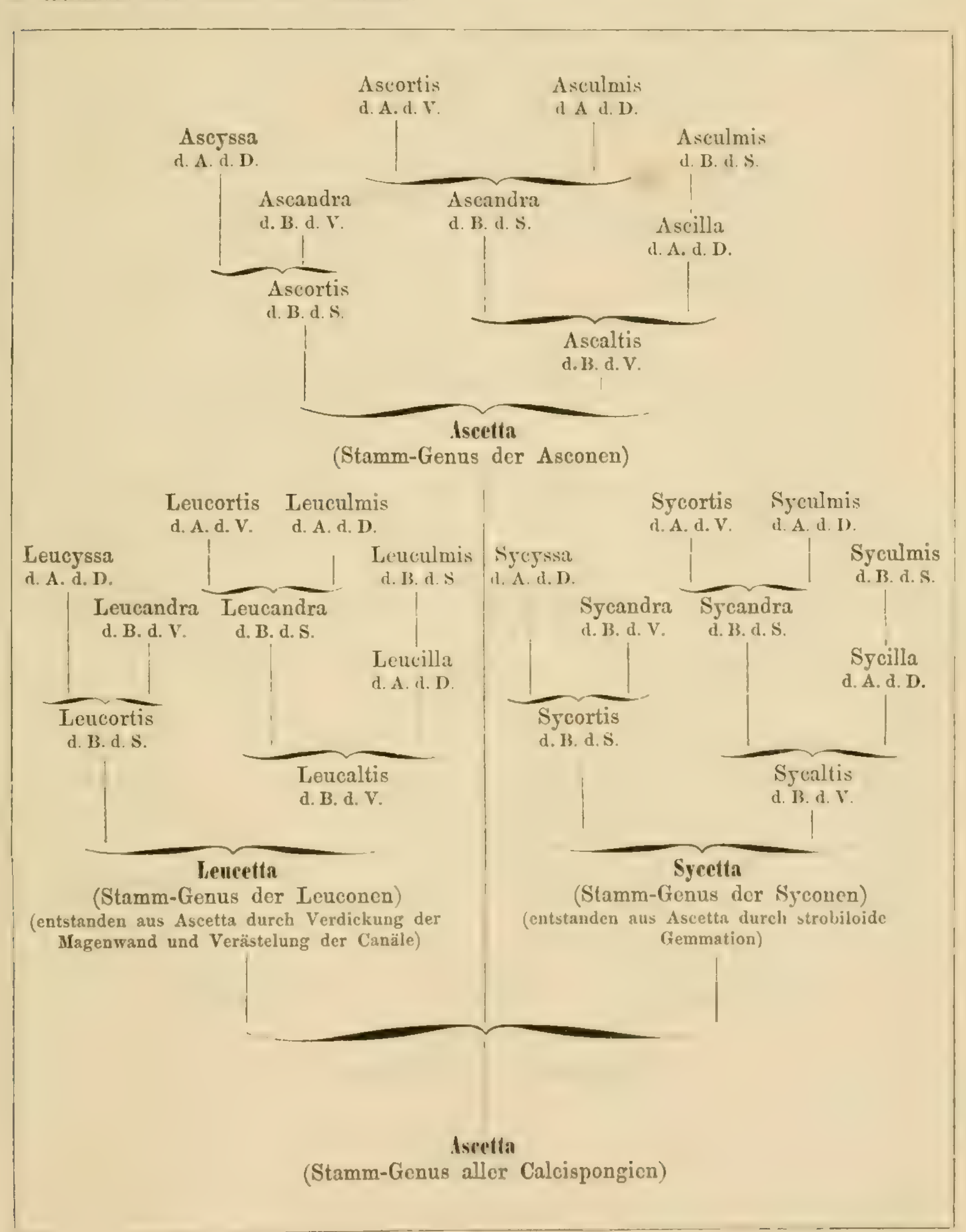
Species des natürlichen Systems.	Species, welche wahrscheinlich der Stammform am nächsten steht.
32. Ascandra complicata	Ascandra contorta !
33. — Lieberkühnii	— contorta !
34. — echinoides	— Lieberkühnii ?
35. — sertularia	— Lieberkühnii ?
36. — botrys	Ascaltis botryoides !
37. — nitida	Ascandra botrys !
38. — pinus	— complicata !!
39. — variabilis	— Lieberkühnii !!

Species des natürlichen Systems.	Species, welche wahrscheinlich der Stammform am nächsten steht.
40. Leucetta primigenia	Ascetta primordialis !!
41. — trigona	Leucetta primigenia !!
42. — sagittata	— primigenia !!
43. — pandora	— primigenia !!
44. — corticata	— primigenia !
45. Leucilla amphora	Leucaltis bathybia ??
46. — capsula	Leucilla amphora ?
47. Leucyssa spongilla	Leucandra cataphracta ??
48. — cretacea	— ochotensis ??
49. — incrustans	Leucyssa spongilla ??
50. Leucaltis floridana	Leucetta primigenia !!
51. — crustacea	Leucaltis floridana !
52. — pumila	— floridana !
53. — solida	— floridana !
54. — bathybia	— pumila !
55. — clathria	Leucetta corticata !!
56. Leucortis pulvinar	— pandora ?
57. Leuculmis echinus	Leucandra cucumis ??
58. Leucandra Egedii	Leucortis pulvinar ?
59. — caminus	Leucandra Egedii ??
60. — Gossei	— Egedii ?
61. — crambessa	— alcicornis ?
62. — alcicornis	— lunulata !!
63. — lunulata	— aspera !!
64. — aspera	— ananas !
65. — fistulosa	— ananas !
66. — ananas	— Egedii ?
67. — cataphracta	— alcicornis !!
68. — cucumis	Leucaltis bathybia ?
69. — bomba	Leucandra caminus ??
70. — nivea	— bomba ??
71. — Johnstonii	— nivea !!
72. — ochotensis	— nivea !

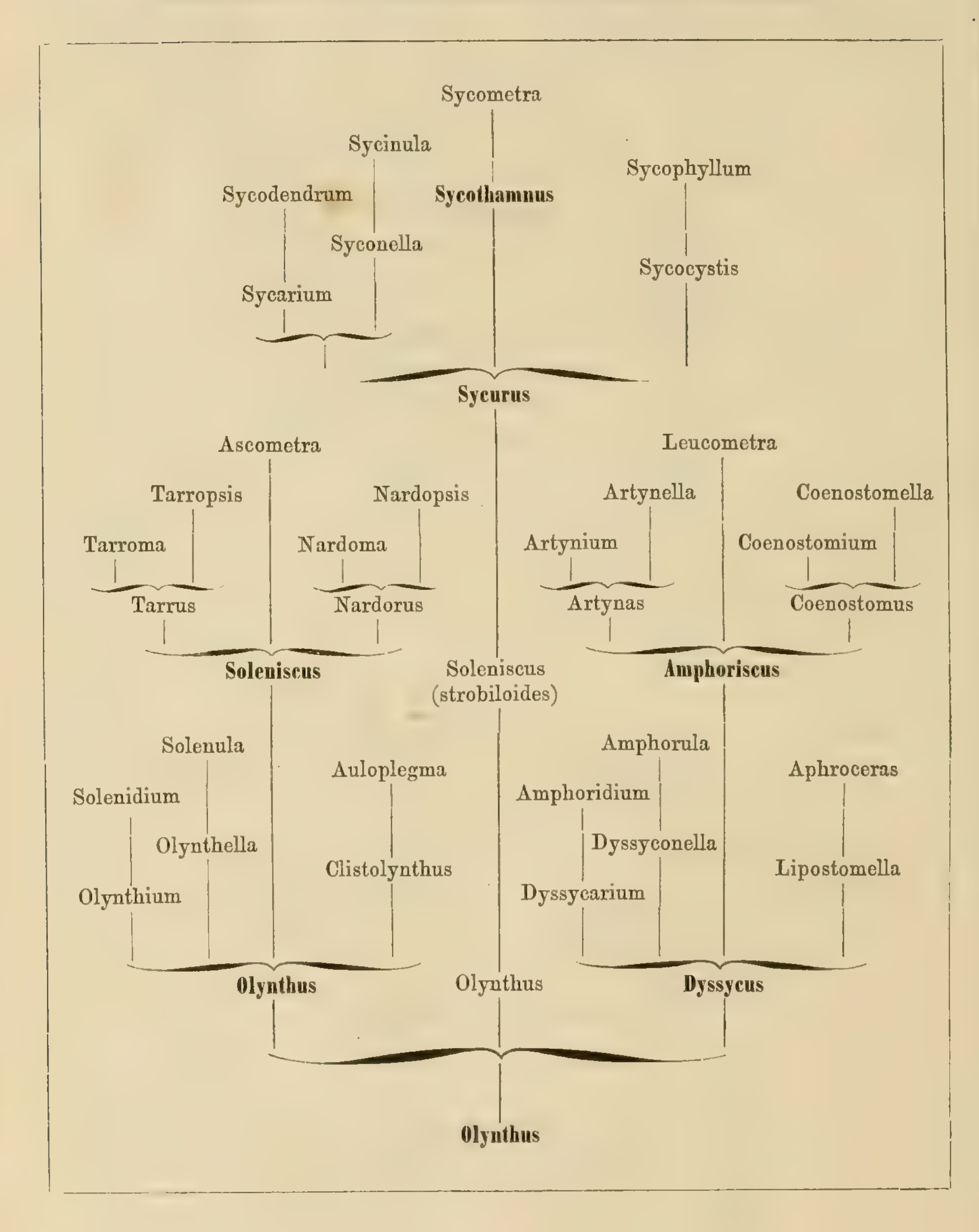
Species des natürlichen Systems.	Species, welche wahrscheinlich der Stammform am nächsten steht.
73. Leucandra stilifera	Leucandra saccharata !
74. — saccharata	— Johnstonii ?
75. Sycetta primitiva	Ascetta primordialis !!
76. — sagittifera	Sycetta primitiva !!
77. — strobilus	— sagittifera !
78. — cupula	— sagittifera !
79. — stauridia	— primitiva !
80. Sycilla cyathiscus	Sycilla cylindrus ?
81. — urna	— cylindrus ?
82. — cylindrus	Sycaltis testipara !
83. — chrysalis	— ovipara ?
84. Sycyssa Huxleyi	Sycandra hystrix ??
85. Sycaltis conifera	Sycetta sagittifera !!
86. — perforata	— primitiva !
87. — glacialis	— stauridia !!
88. — testipara	Sycaltis glacialis ??
89. — ovipara	— testipara !
90. Sycortis lingua	Sycetta sagittifera ?
91. — quadrangulata	— sagittifera ?
92. — laevigata	— stauridia ?
93. Syculmis synapta	Sycilla cyathiscus ??
94. Sycandra ciliata	Sycaltis conifera !!
95. — coronata	Sycandra ciliata !!
96. — ampulla	— ciliata !
97. — raphanus	Sycetta strobilus ?
98. — capillosa	Sycandra raphanus !!
99. — setosa	— raphanus !!
100. — villosa	— setosa !
101. — Schmidtii	Sycortis quadrangulata !!
102. — arborea	Sycetta cupula ?
103. — alcyoncellum	Sycandra arborea !!
104. — elegans	— alcyoncellum !!
105. — Humboldtii	— elegans !!
106. — glabra	— raphanus ??
107. — arctica	— capillosa ?
108. — ramosa	Sycaltis perforata ?
109. — compressa	Sycortis lingua !!
110. — utriculus	Sycandra compressa !
111. — hystrix	— arctica !

Stammbaum der Genus-Formen des natürlichen Systems.

N.B. Es bedeutet: d. B. d. S. = entstanden durch Bildung der Stabnadeln; d. B. d. V. = entstanden durch Bildung der Vierstrahler; d. A. d. D. = entstanden durch Ausfall der Dreistrahler; d. A. d. V. = entstanden durch Ausfall der Vierstrahler.



Stammbaum der Genus-Formen des künstlichen Systems.



Dritter Abschnitt.

Physiologie

der

Kalkschwämme.



Fünftes Kapitel.

Interne Physiologie.

I. Physiologie der vegetativen Functionen.

1. Trophologie (Physiologie der Ernährung).

Die Ernährung der Kalkschwämme erfolgt, soviel wir bis jetzt wissen, ganz in derselben Weise, wie die Ernährung der übrigen Schwämme. Der wesentlichste Vorgang bei der Ernährung aller Spongien besteht darin, dass ein Wasserstrom durch die Magenhöhle und durch die übrigen Hohlräume des Körpers (wenn solche ausser dem Magenrohr vorhanden sind) hindurch geleitet wird. Dieser ernährende Wasserstrom dient ebensowohl zur Einfuhr der Nahrungs-Mittel, als zur Abfuhr der Excrete; er liefert das Material sowohl für die Verdauung als für die Athmung; ohne diesen inneren Wasserstrom kann der Spongien-Organismus nicht existiren.

Die Physiologie der Ernährung gestaltet sich bei allen Spongien äusserst einfach. Das einzige Organ-System, welches alle verschiedenen Functionen der Ernährung und des Stoffwechsels vermittelt, ist das Canal-System, dasselbe, welches zugleich den Functionen der Fortpflanzung dient. Bei den einfachsten Spongien, den Asconen, ist das ganze Gastrocanal-System von einer zusammenhängenden Epithelial-Schicht, von den Geisselzellen des Entoderms ausgekleidet, und auch bei den übrigen Schwämmen, wo diese nutritiven Geisselzellen nur einen Theil des Canal-Systems auskleiden, sind dieselben als die eigentlichen elementaren Organe der Ernährung, als trophische Biorgane zu betrachten.

Die verschiedenen Functionen der Ernährung, welche in der Physiologie des Stoffwechsels bei den höheren Thieren als Verdauung, Assimilation, Resorption, Circulation, Athmung und Absonderung getrennt und durch differenzirte Ernährungs-Organe ausgeführt werden, sind bei den Spongien noch nicht gesondert, und werden gemeinschaftlich durch die Geisselzellen des Entoderms, welche das Gastrocanal-System auskleiden, vollzogen.

Der Stoffwechsel der Kalkschwämme, wie aller übrigen Schwämme, ist ein thierischer. Der Organismus der Spongien ist, wie derjenige aller echten Thiere, ein Oxydations-Organismus. Die Schwämme athmen aus dem umgebenden Wasser Sauerstoff ein und athmen Kohlensäure aus. Sie nehmen mit dem eintretenden Wasserstrome theils in gelöster, theils in fester Form Nahrungs-Material auf, welches verwickelte Kohlenstoff-Verbindungen enthält (Albuminate, Fette, Kohlenhydrate etc.). Die nutritiven Geisselzellen des Entoderms sind die mikroskopischen Laboratorien, in denen diese verwickelten Kohlenstoff-Verbindungen zersetzt und verbrannt werden. Dabei werden Spannkräfte in lebendige Kräfte übergeführt, welche sich als Bewegungen, Empfindungen, Wärmebildung etc. äussern. Die verbrauchten Stoffe, die Excrete, werden mit der gebildeten Kohlensäure durch den austretenden Wasserstrom abgeführt.

Wasserströmung.

Die Ernährung und somit die Existenz aller Spongien beruht in erster Linie auf der Wasserströmung, welche ihren Körper durchzieht. Dieser Wasserstrom führt den Geisselzellen, welche das Gastrocanal-System oder einen Theil desselben auskleiden, nicht allein ihre geformten oder gelösten Nahrungsstoffe zu, sondern auch zugleich den Sauerstoff zur Athmung; und gleichzeitig dient dieser Wasserstrom zur Abfuhr der Kohlensäure und der Excremente.

Gewöhnlich wird die Wasserströmung im Spongien-Körper als Circulation bezeichnet. Schon Grant, Johnston und die meisten späteren Spongiologen bedienen sich dieses Ausdrucks. Indessen ist derselbe eigentlich falsch, und bezeichnet das Wesen der nutritiven Wasserströmung keineswegs richtig. Die Strömung des Wassers durch den Spongien-Körper ist kein Kreislauf, sondern ein Durchlauf; das Wasser tritt durch bestimmte Oeffnungen in den Schwammkörper ein und durch andere wieder aus; keineswegs aber circulirt es in demselben. Die ernährende Flüssigkeit, welche durch den Spongien-Körper hindurch strömt, ist auch weder dem Blute, noch dem Chylus vergleichbar. Sie ist weiter Nichts, als das rohe Nahrungs-Material des Schwammes: Seewasser, welches den zur Athmung erforderlichen Sauerstoff und die Nahrungsstoffe gelöst in flüssiger Form oder suspendirt in fester Form enthält. Bei allen Spongien, auch bei denjenigen, bei welchen das Canal-System die höchste Entwickelung erreicht, dient daher die Strömung bloss dazu, um dieses rohe Nahrungs-Material den verschiedenen Körpertheilen zuzuführen, und zugleich die verbrauchten und unnützen excrementiellen Stoffe abzuführen.

Die wesentlichste und gewöhnlich auch wohl die einzige Ursache der Wasserströmung im Körper aller Spongien ist die Geisselbewegung des Entoderms, hervorgebracht durch die activen Schwingungen der Geisseln, welche auf den nutritiven Geisselzellen aufsitzen; und diese letzteren sind daher allein als die eigent-

lichen Organe der Wasserströmung zu bezeichnen. Die älteren Naturforscher wussten zwar schon im vorigen Jahrhundert (seit Ellis und Solander), dass die Schwämme durch grössere Oeffnungen oder „Oscula" Wasser ausstossen. Allein sowohl der Eintritt des Wassers, als die Ursache des Durchtritts oder der Strömung blieb ihnen unbekannt. Sie suchten diese Ursachen entweder in besonderen „Lebenskräften" des Schwammes oder (nach Dutrochet) in Endosmose und Exosmose. Erst 1825 entdeckte Grant die Poren, durch welche das Wasser eintritt, und vermuthete zugleich als Ursache der Strömung Ciliar-Bewegung im Inneren der Canäle. Doch gelang es ihm nicht, die Cilien wirklich zu sehen, welche erst 1852 von Bowerbank und Dobie wirklich beobachtet wurden (Vergl. oben p. 6, 9, 133, 134).

In einzelnen Fällen kann die Wasserströmung im Spongien-Körper, welche durch die Geisselbewegung der nutritiven Geisselzellen hervorgebracht wird, auch abgeändert und modificirt werden durch die selbstständigen Contractionen des Syncytium. Da diese „contractile Substanz" überall die Unterlage für das Flimmer-Epithel der Geisselzellen herstellt, und da sie an allen jenen Stellen des Gastrocanal-Systems, welche nicht mit diesem Geissel-Epithel belegt sind, unmittelbar die Wand der Hohlräume bildet, so müssen die Contractionen derselben natürlich von Einfluss auf die Strömung sein. Die contractile Canal-Wand kann hier ohne Zweifel ähnliche Wirkungen ausüben, wie die muskulöse Wand der Blutgefässe bei den höheren Thieren. Indessen ist der Antheil, welchen die Contractionen des Syncytiums an den Strömungs-Erscheinungen der Spongien besitzen, bis jetzt fast noch gar nicht untersucht; nur die Verengerung oder der Verschluss der Poren und Oscula ist in dieser Beziehung gewürdigt worden. Vermuthlich wird aber jener Antheil gewöhnlich nur sehr unbedeutend sein, und die primäre und wichtigste Ursache der Wasserströmung bleibt in allen Fällen die Geisselbewegung des Entoderms.

Richtung und Weg der Wasserströmung.

Die gewöhnliche Richtung der Bewegung des Wasserstroms bei der Mehrzahl der Spongien ist folgende: das Wasser tritt durch die zahlreichen mikroskopischen Poren der Dermalfläche in die Hohlräume des Canal-Systems ein, durchläuft diese in ihrer ganzen Ausdehnung und tritt dann durch eine einzige oder durch wenige grössere Oeffnungen, durch die Oscula wieder aus. Dieser centripetale Verlauf des Wasserstroms, sowie die Poren, durch welche der Eintritt des Wassers erfolgt, sind zuerst 1825 von Robert Grant entdeckt worden (vergl. oben p. 6). Er sah zuerst, dass mit dem Wasser, das durch die Oscula austritt, auch Excremente und flimmernde Embryonen entleert werden, und bezeichnete diese grösseren Oeffnungen daher als „Fecal orifices". Die ausführliche Beschreibung, welche Grant, auf zahlreiche Beobachtungen und Experimente gestützt, von dieser characteristischen Richtung und Bewegung des Wasserstromes durch den Spongien-Körper gab, wurde von

fast allen folgenden Beobachtern bestätigt, bildete die Grundlage für die ganze folgende Spongiologie und trug namentlich auch dazu bei, dass man den Schwamm-Organismus als ein ganz eigenthümliches Wesen sui generis auffasste. Wir müssen aber schon hier die Bemerkung vorausschicken, dass diese centripetale Stromesrichtung und namentlich der Austritt des Wassers durch die Oscula allerdings die gewöhnliche, aber keineswegs die constante und ausschliessliche Richtung ist. Vielmehr hat diese Regel zahlreiche Ausnahmen, deren Bedeutung wir nachher noch besonders hervorheben müssen.

In der Gruppe der Kalkschwämme gestaltet sich natürlich die Bewegung des Wassers durch den Körper etwas verschieden bei den drei natürlichen Familien und bei den verschiedenen Gattungs-Formen des künstlichen Systems, welche in diesen drei Familien vorkommen. Die einfachsten Verhältnisse bieten auch hier wieder die Asconen. Bei allen Asconen tritt das Seewasser durch die inconstanten Lochcanäle oder Poral-Tuben, welche zugleich Hautporen und Magenporen sind, unmittelbar in die Magenhöhle oder das Darmrohr ein; und da dessen gastrale Fläche überall mit den nutritiven Geisselzellen des Entoderms bedeckt ist, findet hier sogleich der Ernährungs-Process statt. Bei den Asconen, welche Mundöffnungen besitzen, erfolgt der Austritt des Wassers gewöhnlich durch diese letzteren. Bei den mundlosen Asconen hingegen (Clistolynthus und Auloplegma) kann natürlich das Wasser nur durch die Hautporen auch wieder austreten.

Bei den Leuconen tritt das Seewasser durch die Hautporen zunächst in die Astcanäle oder Ramal-Tuben ein und muss nun hier einen etwas verschiedenen Verlauf nach den verschiedenen Typen ihrer Verästelung einschlagen. Bei den Leuconen mit baumförmigem Typus des Astcanal-Systems (Taf. 40, Fig. 9) ist die gewöhnliche Strömung des Wassers eine regelmässig centripetale und die Ernährung findet fast in der ganzen Ausdehnung der centrifugal verästelten und nicht anastomosirenden Canäle statt, da deren Canalfläche fast überall mit Geissel-Epithel belegt ist. Bei den Leuconen mit netzförmigem Typus des Astcanal-Systems (Taf. 40, Fig. 11), wo die verästelten Canäle überall durch zahlreiche Anastomosen verbunden sind und ein unregelmässiges engeres oder weiteres Gefässnetz herstellen, ist auch der Verlauf des Wassers in diesem labyrinthischen Netze ein mehr oder weniger unregelmässiger. Auch hier kann aber der Ernährungs-Process in dem grössten Theile des Canal-Systems stattfinden, da das Gefässnetz fast in seiner ganzen Ausdehnung mit Geissel-Epithel belegt ist. Bei den Leuconen mit traubenförmigem Typus des Astcanal-Systems (Taf. 40, Fig. 8) gelangt das Seewasser zunächst durch zahlreiche sehr enge, centripetal confluirende Canäle in die Geisselkammern, aus denen es dann auf der anderen (proximalen) Seite durch etwas weitere Canäle wieder ausgeführt und in die Magenhöhle geleitet wird. Da sowohl die engeren, distalen (einführenden), als die weiteren, proximalen (ausführenden) Canäle ein weit geringeres Lumen besitzen,

als die weiten zwischen sie eingeschalteten Geisselkammern, so wird sich das Wasser in diesen stauen, und es werden Strudel entstehen, welche durch die activen Geisselbewegungen der Entoderm-Zellen gesteigert und modificirt werden. Da nun hier das Entoderm auf die Geisselkammern beschränkt ist, kann auch nur hier der Ernährungs-Process stattfinden. Bei den Leuconen mit blasenförmigem Typus des Astcanal-Systems endlich (Taf. 40, Fig. 10) verhält sich die Wasserströmung ganz ähnlich, wie bei denjenigen des traubenförmigen Typus; nur wird sie sich hier unregelmässiger gestalten, als bei den letzteren. Auch hier bleibt der Ernährungs-Process auf die blasenförmigen Erweiterungen beschränkt, welche allein mit Geissel-Epithel ausgekleidet sind; da aber diese Blasen von sehr ungleicher Grösse sind und vielfach mit einander anastomosiren, müssen ähnliche Anomalien in der Strömung eintreten, wie bei den Leuconen mit netzförmigem Typus. Bei diesen, wie bei allen anderen Leuconen, dient die Magenhöhle, welche ihr ursprüngliches Geissel-Epithel verloren hat, nur als Wasser-Reservoir für die centripetal eintretenden Ströme, und bei denjenigen Leuconen, welche mit Mundöffnung versehen sind, fungirt sie zugleich als „Ausströmungshöhle" (Cloaca).

Bei den Syconen tritt das Seewasser unmittelbar in die Höhlung der Radial-Tuben ein, welche hier allein mit Geissel-Epithel belegt sind, und daher auch allein die Ernährungs-Functionen vollziehen können. Der Eintritt des Seewassers in die Tuben-Höhlung erfolgt gewöhnlich unmittelbar durch die mikroskopischen Poren der Dermalfläche, bisweilen aber auch an jedem Radial-Tubus durch ein grösseres dermales Ostium in dem Distal-Ende desselben. Bei den Syconen des Syconaga-Typus, wo die Radial-Tuben völlig frei, cylindrisch-konisch und nicht mit einander verwachsen sind, kann das Wasser überall auf der Dermalfläche der Tuben freien Eintritt in deren Höhlung unmittelbar erlangen. Bei den Syconen des Syconopa-Typus, wo die prismatischen Radial-Tuben mit ihren Rändern verwachsen sind und prismatische radiale Intercanäle zwischen sich lassen, tritt das Wasser zunächst in diese letzteren hinein, und aus ihnen erst durch die Hautporen in die Tuben-Höhlung. Bei den Syconen des Syconusa-Typus endlich, wo die prismatischen Radial-Tuben völlig mit ihren Flächen verwachsen sind, kann das Wasser nur an der ebenen Dermalfläche des Körpers, durch die Poren oder Dermal-Ostien der Distal-Enden in die Radial-Tuben eintreten. Da diese aber unter einander durch die unregelmässigen Conjunctiv-Poren communiciren, kann sich die Wasser-Strömung in den Tuben ein wenig unregelmässig gestalten, während sie sonst bei den übrigen Syconen regelmässig in centripetal-radialer Richtung gegen die Magenhöhle gerichtet ist. Am proximalen Ende jedes Radial-Tubus tritt das Wasser durch dessen Gastral-Ostium in die Magenhöhle ein. Da diese auch bei den Syconen, wie bei den Leuconen, ihr ursprüngliches Geissel-Epithel verloren hat, fungirt sie nicht mehr, wie bei den Asconen, als Ernährungs-Organ, sondern bloss als grosses centrales Wasser-Reservoir

und bei den mit Mundöffnung versehenen Syconen zugleich als „Ausströmungshöhle“ (Cloaca).

Die regelmässige centripetale Stromesrichtung, wie sie in dieser Weise gewöhnlich bei den meisten Schwämmen stattfindet, der Eintritt des Wassers durch die Poren der Dermalfläche und der Austritt durch die Oscula, ist nun aber keineswegs der einzige und ausschliessliche Modus der Wasserbewegung, wie man bisher fast allgemein, aber irrthümlich angenommen hat. Vielmehr erleidet diese Regel bei sehr vielen Spongien wichtige Ausnahmen. Schon JOHNSTON hat vor dreissig Jahren darauf hingewiesen, dass bei allen jenen Spongien, welche keine Oscula besitzen, natürlich das Wasser durch die Poren ebenso ausströmen, wie einströmen müsse [1]). Später hat dann MIKLUCHO (an *Ascetta blanca* und einigen anderen Spongien) gezeigt, dass die Stromesrichtung unter gewissen Umständen eine wechselnde ist, und dass bisweilen durch das Osculum Wasser ebensowohl einströmen als ausströmen kann [2]). Ich selbst habe mich von der Richtigkeit dieser Angabe durch eigene Anschauung überzeugt und mehrfach bei verschiedenen Kalkschwämmen, besonders bei Asconen, diese zeitweilige Function der Mundöffnung als „Einströmungs-Oeffnung“ beobachtet. Um diese wichtigen Ausnahmen von der gewöhnlichen Stromesrichtung im Canal-System der Spongien richtig zu würdigen, müssen wir das Verhalten der mundlosen und der mündigen Schwämme unterscheiden.

Bei allen mundlosen oder lipostomen Spongien ist es ohne Weiteres selbstverständlich, dass das Wasser durch die Hautporen nothwendig ebenso austreten, wie eintreten muss. Die Zahl dieser Spongien ohne Mundöffnung ist nun aber, wie ich oben gezeigt habe (p. 267) keineswegs gering, und der völlige Verlust des Osculum tritt bei Schwämmen der verschiedensten Gruppen ein. Sehr oft wächst dasselbe im Alter bei solchen Spongien zu, welche in der Jugend ein offenes Osculum besitzen. Unter den Kalkschwämmen ist der Mundverlust oder die Lipostomie am häufigsten bei den Asconen, seltener bei den Leuconen, am seltensten bei den Syconen. Bei allen diesen Schwämmen dient ein Theil der Hautporen oder der Dermal-Ostien zum Eintritt, ein anderer zum Austritt des Wassers. Bei den mundlosen solitären Personen *(Clistolynthus, Lipostomella, Sycocystis)* fungiren gewöhnlich die Poren der aboralen Körperhälfte als „Einströmungs-Löcher“, die Poren der entgegengesetzten oralen Hälfte als „Ausströmungs-Löcher“. Bisweilen findet aber auch das Umgekehrte statt. Bei den mundlosen Stöcken *(Auloplegma, Aphroceras, Sycophyllum)* ist die Stromesrichtung bald regelmässig, bald unregelmässig. Gewöhnlich findet auch hier zwischen den Poren der Dermalfläche eine Arbeitstheilung statt, so dass ein Theil derselben als Eintrittsöffnungen, ein anderer Theil als Austrittsöffnungen für das

---

1) JOHNSTON, History of British Sponges etc. 1842, p. 47. Anm.

2) MIKLUCHO-MACLAY, Ueber den coelenterischen Apparat der Schwämme. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Nat. 1868. Bd. IV, p. 232.

Wasser fungirt. Bisweilen scheint aber hier auch theilweise ein Wechsel der Function stattzufinden, so dass ein und derselbe Porus Wasser bald eintreten bald austreten lässt.

Die Mundöffnung oder das Osculum, welches gewöhnlich nur als Egestions-Oeffnung fungirt, nimmt in bestimmten Fällen auch die Function einer Ingestions-Oeffnung an. Dies ist namentlich dann der Fall, wenn die Hautporen mündiger Personen geschlossen werden, während das Osculum offen bleibt. Die fortdauernde Geisselbewegung erzeugt dann in der Magenhöhle einen Strudel, welcher ein gleichzeitiges Einströmen und Ausströmen von Wasser durch die Mundöffnung bewirken kann. Wenn ferner der Spongien-Körper in stark zusammengezogenem Zustande seine Poren schliesst, während die Mündung offen bleibt, darauf aber sich langsam wieder ausdehnt, indem die Contraction der Magenwand nachlässt, so muss nothwendig ein Wasserstrom in die sich erweiternde Magenhöhle eintreten. Endlich scheint unter gewissen Umständen auch bei geöffneten Hautporen das Osculum zeitweise als Einströmungsloch zu fungiren.

Geschwindigkeit und Dauer der Wasserströmung.

Bei allen Spongien unterliegt, wie es scheint, die Geschwindigkeit der Wasserströmung zeitweise bedeutenden Veränderungen. Die Geisselbewegung der Entoderm-Zellen, welche die Strömung hervorruft, ist bald schneller, bald langsamer, und hört zeitweilig ganz auf. Dieser Wechsel in der Thätigkeit der Geisselzellen und der dadurch bedingten Wasserströmung ist theilweise abhängig von dem Ernährungszustande der Spongie, theilweise von der Beschaffenheit des Wassers. Es sind vorzüglich die Experimente und Beobachtungen von BOWERBANK, LIEBERKÜHN und CARTER, welche über diese Erscheinungen Aufschluss gegeben haben. Die Beobachtung derselben geschieht am besten bei schwacher Vergrösserung in Wasser, welchem fein zerriebene unschädliche Farbstoffe, Carmin oder Indigo etc., zugesetzt sind.

Zunächst scheint die Geschwindigkeit der Geisselbewegung und der durch sie bewirkten Wasserströmung abzuhängen von dem Nahrungs-Bedürfniss, bezüglich dem Sättigungs-Zustande des Schwammes. Wenn die Spongie hungrig ist, und wenn sie reichlich Nahrung aufnimmt, ist die Geisselbewegung sehr energisch und die Wasserströmung sehr rasch. Umgekehrt verhält es sich, wenn der Schwamm bereits reichlich Nahrung aufgenommen hat und gesättigt ist. BOWERBANK unterscheidet in dieser Beziehung zwei verschiedene Zustände: einen länger dauernden Zustand langsamer Strömung und einen kürzer dauernden Zustand lebhafter Strömung. Der erstere Zustand soll der gewöhnliche sein. Der Schwamm ist in demselben ziemlich zusammengezogen; die Poren und Oscula sind mässig geöffnet oder auch theilweise geschlossen. Das Wasser wird langsam und in einem continuirlichen Strome durch den Körper hindurch geleitet. Während dieses Zustandes soll nach BOWERBANK

vorzugsweise die Respiration, aber nicht die Digestion stattfinden. In dem zweiten Zustande hingegen soll umgekehrt nur Nahrungsaufnahme und Verdauung, keine Athmung stattfinden. Dieser Zustand soll nur kurze Zeit dauern und nur in langen Zwischenräumen eintreten. Der Körper ist dabei schlaff ausgedehnt; die Poren und Oscula stehen weit offen. Das Wasser wird sehr lebhaft und in einem periodisch verstärkten Strome durch das Gefäss-System hindurch getrieben. Beide Zustände gehen langsam in einander über.[1]).

Dass die Wasserströmung im Körper aller Spongien in dieser Weise einem regelmässigen Wechsel von lebhafter Action, welche der Verdauung dient, und von langsamer Action, welche die Athmung vermittelt, unterworfen sei, ist sehr zu bezweifeln. Ich vermag nicht einzusehen, warum bei lebhafter Wasserströmung die Athmung und bei langsamer Wasserströmung die Verdauung ausgeschlossen sein soll. Im Gegentheil könnte man eher das Umgekehrte behaupten. Denn jedenfalls wird in einer und derselben Zeit bei rascher Strömung eine viel grössere Menge von Sauerstoff über die respiratorische Fläche geführt, als bei langsamer Strömung. Die eigenthümlichen Bewegungen der Geisselzellen aber, welche ihre Verdauungsthätigkeit vermitteln, sind der Beschleunigung des Wasserstromes wohl eher hinderlich als förderlich. Es liegt daher kein Grund vor, anzunehmen, dass in dieser Weise eine zeitliche physiologische Arbeitstheilung zwischen den beiden Ernährungs-Functionen der Digestion und Respiration stattfindet. Jedenfalls ist es ganz willkührlich und unrichtig, wenn Bowerbank ausserdem auch noch diese beiden Functionen auf verschiedene Organe vertheilt, nämlich die Digestion auf die „Interstitial-Canäle“ und die Respiration auf die „Intermarginal-Höhlungen“. Abgesehen davon, dass diese beiderlei Theile des Gastrocanal-Systems bei sehr vielen Spongien gar nicht von einander getrennt sind, dass sie überhaupt nicht wesentlich verschieden sind, und dass Bowerbank selbst sie vielfach verwechselt, liegt gar kein Grund vor, den Interstitial-Canälen eine besondere Thätigkeit bei der Verdauung und den Intermarginal-Höhlen eine besondere Bedeutung für die Athmung zuzuschreiben. Alle diese Höhlungen des Gastrocanal-Systems erscheinen vielmehr nur in soweit bei beiden Functionen des Ernährungs-Processes betheiligt, als sie mit Geisel-Epithel ausgekleidet sind.

Die Ursache der periodisch wechselnden Beschleunigung und Verlangsamung des Wasserstromes ist also nicht in dieser zeitlichen und räumlichen Arbeitstheilung der beiden Functionen der Digestion und Respiration zu suchen, sondern vielmehr in dem wechselnden Nahrungs-Bedürfnisse der Spongie, welches sich ebensowohl auf die erstere als auf die letztere beziehen kann. Sowohl wenn der Schwamm neues Nahrungs-Material, als wenn er mehr Sauerstoff bedarf, wird die Geisselbewegung und dadurch der Wasserstrom beschleunigt. Wenn hingegen von beiden

1) Bowerbank, Brit. Spong. Vol. I, p. 113—121. Inhalation and Exhalation.

Bedürfnissen, von Nahrungsmitteln und Sauerstoff, Ueberfluss vorhanden oder der Schwamm gesättigt ist, wird in der Geisselbewegung und somit auch in der Wasserströmung ein Nachlass oder selbst ein völliger Stillstand eintreten.

Ausserdem scheint auch der Reiz, den eine reichliche Nahrungs-Zufuhr ausübt, beschleunigend auf die Geisselbewegung und die Wasserströmung zu wirken. Hierfür spricht einfach der Umstand, dass die Spongien sich ausdehnen, ihre Poren und Oscula weit öffnen und durch schnellere Geisselbewegung einen lebhafteren Wasserstrom erzeugen, wenn man sie aus reinem Seewasser in solches versetzt, das viel Nahrungs-Material enthält; ebenso aber auch, wenn man sie aus abgestandenem und kohlensäurereichem Wasser in frisches und sauerstoffreiches Wasser versetzt. In beiden Fällen wirkt die Nahrungs-Zufuhr des brauchbaren Stoffes (im ersten Falle des rohen Nahrungs-Materials oder des Brennstoffes, im zweiten Falle des Sauerstoffes) reizend auf die Geisselzellen und beschleunigt deren Bewegung.

Der völlige Stillstand der Wasserströmung im Spongien-Körper ist bisher noch wenig berücksichtigt worden. Es ist aber unzweifelhaft, dass derselbe bei vielen, wahrscheinlich bei allen Spongien vielfach während des individuellen Lebens eintritt. Vielleicht wechselt er regelmässig mit Perioden der Wasserströmung ab. Bei vielen Kalkschwämmen, welche ich unverletzt, ganz frisch und unmittelbar aus dem Meere unter das Mikroskop brachte, konnte ich nicht die Spur von Wasserströmung wahrnehmen und bei mikroskopischer Untersuchung von Schnitten derselben fand ich die Geisselzellen bald scheinbar todt, mit stillstehender oder nur ganz schwach sich bewegender Geissel, bald in amoeboiden Zuständen, bald rundlich zusammengezogen, ohne Geissel und ohne amoeboide Fortsätze. Viele von diesen Kalkschwämmen liessen aber wieder lebhafte Geisselbewegung und Wasserströmung wahrnehmen, nachdem sie mehrere Stunden ruhig in einem Gefässe gestanden hatten.

Ferner hat schon Bowerbank darauf aufmerksam gemacht (l. c. p. 118), dass viele littorale Spongien regelmässig ihre Poren und Oscula schliessen, wenn sie während der Ebbe der Einwirkung der athmosphärischen Luft ausgesetzt werden. Besondere Bedeutung besitzt dieses Verhalten bei den Kalkschwämmen, welche zum grössten Theile littoral sind. An denjenigen Küsten, welche starke Ebbe und Fluth besitzen, werden die innerhalb der Ebbe-Grenzen wachsenden Kalkschwämme regelmässig stundenlang an die Luft gesetzt, und wahrscheinlich tritt dann meistens zugleich mit dem Verschluss der Poren und Oscula auch ein Stillstand der Geisselbewegung ein. Sollte dieselbe während dieses Zustandes fortdauern, so würde das zurückgebliebene Wasser dadurch in dem geschlossenen Gastrocanal-System umhergetrieben werden und in diesem einzigen Falle wirklich eine Art „Circulation" stattfinden.

Endlich ist es schon durch die früheren Beobachtungen und Fütterungs-Experimente von Lieberkühn, Carter, Bowerbank u. s. w. dargethan, dass ein völliger

Stillstand der Wasserströmung (und wahrscheinlich auch der Geisselbewegung) eintritt, wenn die Spongien zu reichlich mit Nahrungs-Material überhäuft und überfüttert werden. In diesem Zustande völliger Sättigung oder Uebersättigung schliessen die Schwämme ihre Poren und Oscula, und es vergehen mehrere oder viele Stunden, selbst Tage, ehe sie sich wieder öffnen und ehe die unterbrochene Wasserströmung aufs Neue beginnt. Dieser Ruhezustand scheint recht eigentlich der Verdauung und Assimilation der aufgenommenen Nahrungsstoffe zu dienen.

Nahrungsaufnahme und Verdauung.

Die Nahrung, welche die Kalkschwämme aufnehmen, besteht zum grössten Theile, wie es scheint, aus den mikroskopischen festen Theilchen von zerstörten thierischen oder pflanzlichen Geweben, von denen das Seewasser der Küsten überall, namentlich in der Litoral-Zone, eine mehr oder minder reichliche Menge enthält. Ausserdem ist es aber möglich und selbst wahrscheinlich, dass auch die flüssigen organischen Substanzen, welche als Ueberbleibsel von faulenden Thier- und Pflanzen-Körpern sich im Seewasser der Küsten gelöst vorfinden, den Schwämmen als Nahrungsmittel dienen. Wahrscheinlich werden ausserdem auch kleinere, namentlich mikroskopische Organismen (Infusorien, Rhizopoden, Diatomeen, Flagellaten etc.), welche gelegentlich in die Wasserströmung des Spongien-Körpers hineingerathen, als Nahrungsmittel verwerthet.

Die Geisselzellen des Entoderms scheinen die einzigen Organe der Verdauung, der Aufnahme, Assimilation und Resorption der Nahrungsmittel zu sein. Ob ausserdem auch das Syncytium des Exoderms im Stande ist, Nahrung aufzunehmen, erscheint sehr zweifelhaft, und ist mir nicht glaublich. Doch soll nach den Angaben von LIEBERKÜHN und BOWERBANK (bei Spongilla und bei anderen Kieselschwämmen) auch das Exoderm bei Fütterungs-Experimenten die dazu verwendeten Farbstoffe in zweiter Linie mit aufnehmen.

Bei allen Kalkschwämmen, und ebenso wohl auch bei allen übrigen Spongien sind die Geisselzellen des Entoderms fähig, feste sowohl als flüssige Stoffe in sich aufzunehmen. Sie können sowohl „essen" als „trinken". Diese fundamentale Thatsache ist durch zahlreiche positive Beobachtungen und Experimente ausser Frage gestellt.

Die Aufnahme fester und geformter Körperchen durch die Geisselzellen ist durch zahlreiche Fütterungs-Experimente mit Carmin- und Indigo-Körnchen festgestellt, welche BOWERBANK, LIEBERKÜHN und CARTER bei *Spongilla*, *Sycandra* und anderen Schwämmen angestellt haben. Ich selbst habe diese Experimente bei Kalkschwämmen aller drei Familien, bei Asconen, Leuconen und Syconen, sowohl in Norwegen als in Dalmatien mit gleichem Erfolge wiederholt. Schon kurze Zeit, nachdem man

fein zerriebenen Carmin oder Indigo in das Gefäss gebracht hat, in welchem sich die lebenden Kalkschwämme befinden, beginnt die Nahrungsaufnahme. Die Körnchen, welche mit der Dermalfläche der Spongien in Berührung kommen, werden von der Wasserströmung durch die Hautporen in das Innere des Gastrocanal-Systems hineingezogen und kommen hier mit den Geisselzellen in Berührung, von welchen sie unmittelbar aufgenommen oder gefressen werden. Wenn man einige Stunden nach dieser Fütterung Schnitte durch den Schwamm macht, findet man diejenigen Theile des Gastrocanal-Systems, welche mit Geisselzellen belegt sind, gefärbt, und wenn man die letzteren bei starker Vergrösserung untersucht, findet man sie mehr oder weniger dicht mit Pigment-Körnchen angefüllt, welche sich rings um den Kern in dem granulösen Endoplasma der Geisselzelle angehäuft haben.

Der Weg und die Art und Weise, auf welche die festen Körnchen in das Innere der Geisselzelle eindringen, ist noch nicht sicher ermittelt. JAMES-CLARK (l. c. p. 22) meint, dass jede Geisselzelle oder „Monade" eine beständige Mundöffnung besitze und mit deren Hülfe fresse; ebenso wie er es für die Flagellaten annimmt, welche er für nächste Verwandte der Schwämme hält. In der unberechtigten Voraussetzung, dass die Geisselzellen einen solchen Mund besitzen, erklärt er dieselben sogar für wirkliche Flagellaten und die ganzen Schwämme für Infusorien-Colonien (vergl. oben p. 25 und p. 136). In Wirklichkeit hat aber weder JAMES-CLARK noch irgend ein anderer Beobachter eine solche constante Mundöffnung an den Geisselzellen der Spongien jemals gesehen, und es ist vielmehr mit Bestimmtheit anzunehmen, dass die Aufnahme fester Körperchen in dieselben auf ganz gleiche Weise wie bei den Amoeben und den amoeboiden Zellen überhaupt erfolgt: nämlich durch unbeständige und vorübergehende Oeffnungen, welche sich in der dünnen Rindenschicht, in dem hyalinen Exoplasma der Zelle, an verschiedenen Stellen bilden können.

Die Geisselzellen, welche in den lebenden Kalkschwämmen das Gastrocanal-System oder einen Theil desselben auskleiden, zeigen, so lange sich ihre Geissel in lebhaften Schwingungen befindet, gewöhnlich an der Basis derselben den eigenthümlichen ringförmigen Kranz, welchen ich oben als Kragen oder Collare der Geisselzelle beschrieben habe (vergl. p. 141 und Taf. 1, Fig. 8; Taf. 13, Fig. 3; Taf. 25, Fig. 5 etc.). Derselbe umgiebt einen bald mehr cylindrischen, bald mehr trichterförmigen Hohlraum, in dessen Axe sich der Basaltheil der Geissel befindet. Es scheint nun, dass durch die Bewegungen der Geissel ein Strudel erzeugt wird, welcher die feinen Körnchen, die in ihn hineingerathen, gegen die Basis der Geissel hin in jenen Hohlraum hinein treibt. Da wo die hyaline Exoplasma-Lamelle am dünnsten ist, in einer ringförmigen Furche zwischen der Geissel-Basis und der Kragen-Basis, dringen die Körnchen durch jene Lamelle hindurch in das innere körnige Endoplasma hinein. Vielleicht genügt der Stoss, den sie, von dem Strudel in die Trichterhöhle hineingewirbelt, auf die dünnste Stelle jener ringförmigen Furche aus-

üben, um diese zu durchboren und die Körnchen durch sie hindurch in das innere Endoplasma hineinzutreiben. Vielleicht sind hierbei aber auch noch andere Vorgänge wirksam, die bis jetzt unserem Blicke entzogen blieben.

Das Syncytium des Exoderm ist wahrscheinlich bei der Verdauung und Assimilation der Nahrungsstoffe direct gar nicht betheiligt, und erhält sein Nahrungs-Material durch die Geisselzellen nur in bereits assimilirter Form zugeführt. Allerdings können bei Fütterungs-Versuchen mit Pigmentkörnern solche auch in die Sarcodine des Syncytium eindringen, entweder von den dermalen oder von den gastralen und canalen Flächen aus. Ebenso findet man oft auch fremde Körper verschiedener Art, namentlich sternförmige Kalknadeln von Ascidien (Didemnum, vergl. oben p. 172), sternförmige und andere Kieselnadeln von Kieselschwämmen, Fragmente von Echinodermen-Gerüsten, Kalkschalen von Polythalamien, Kieselschalen von Diatomeen und Radiolarien, Chlorophyll-Körner von Algen etc. hie und da im Syncytium der Kalkschwämme zerstreut vor. Indessen scheinen diese fremden Körper meistens durch äussere Gewalt mechanisch in das Syncytium hinein gedrängt zu sein. Möglich bliebe immerhin, dass das letztere auch activ an seiner Oberfläche geformte Körper aufnehme, mittelst der eigenthümlichen Pseudopodien-Bildung der Sarcodine, über welche nachher in der Mechanik berichtet werden soll.

Die Anhäufungen von Fettkörnchen und von Pigmentkörnchen, welche man sehr oft in ansehnlicher Menge rings um die Kerne des Syncytium (ebenso wie innerhalb der Geisselzellen) abgelagert findet, sowie überhaupt die oben (p. 166) als Sarcodine-Granula bezeichneten Körnchen sind wahrscheinlich als Producte des Stoffwechsels zu betrachten, welche erst im Syncytium selbst gebildet, vielleicht jedoch auch aus den Geisselzellen hinein gelangt sind.

Respiration.

Die Kalkschwämme athmen, gleich den übrigen Schwämmen, Sauerstoff ein und Kohlensäure aus. Bei allen Schwämmen scheint der Respirations-Process sehr energisch, und die Quantität von Sauerstoff, welche sie zu ihrer Existenz bedürfen, sehr beträchtlich zu sein. Alle Beobachter, welche lebende Schwämme anhaltend untersucht haben, stimmen darin überein, dass sie in kleinen Glasgefässen, welche wenig Wasser enthalten, sehr rasch absterben; und nur in grossen Glasgefässen mit einer beträchtlichen Wassermenge, und bei öfterem Wechsel des Wassers, längere Zeit am Leben gehalten werden können. Dies gilt ebenso von allen Seeschwämmen, wie von dem Süsswasserschwamme *(Spongilla)*. Auch die Kalkschwämme sind in dieser Beziehung sehr empfindlich und bedürfen beständig viel Sauerstoff. In kleinen Glasgefässen mit wenig Wasser sterben sie sehr rasch und zersetzen sich unter Entwickelung jenes eigenthümlichen üblen Geruches, der die faulenden Spongien überhaupt auszeich-

net, und der deutlicher für ihre thierische Natur Zeugniss ablegt, als viele andere Erscheinungen.

Die Respiration der Spongien wird zunächst durch den Wasserstrom vermittelt, welchen die Geisselbewegung des Entoderms durch den Schwammkörper hindurchleitet. Wie bereits angeführt wurde, betrachtet BOWERBANK als wesentlich respiratorisch nur die langsame und anhaltende Form der Wasserströmung. Indessen ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, dass bei der schnellen und lebhaften Form derselben, welche vorzugsweise der Verdauung dienen soll, die Respirations-Function ausgeschlossen werde. Ganz falsch ist entschieden die Annahme von BOWERBANK (l. c. p. 120), dass die Respiration bloss in den „intermarginal cavities" stattfinde, nicht in den „digestive interstitial canals and cavities" (vergl. p. 370).

Wahrscheinlich dienen die nutritiven Geissel-Zellen des Entoderms dem Athmungs-Processe der Schwämme nicht allein dadurch, dass sie den respiratorischen Wasserstrom erzeugen, sondern auch dadurch, dass sie selbst den Gas-Austausch vermitteln, Sauerstoff einathmen und Kohlensäure ausathmen. Indessen ist es wohl möglich, dass derselbe Gasaustausch ausserdem auch durch die Sarcodine des Syncytium besorgt wird, welche in den nicht mit Geissel-Epithel belegten Flächen des Canal-Systems (besonders bei den Leuconen), dem Wasser ebenso wie auf der äusseren Dermalfläche eine beträchtliche Berührungsfläche darbietet.

Der Respirations-Process scheint bei allen Spongien nicht ununterbrochen fortzudauern, sondern zeitweise unterbrochen zu werden. Das geschieht jedenfalls dann, wenn die Schwämme im Zustande der Ueberfütterung, oder wenigstens der vollständigen Sättigung mit Nahrungsstoffen, ihr Gefäss-System eine Zeit lang schliessen. Die Geisselbewegung scheint dann völlig aufzuhören, und da die Poren sowohl wie die Oscula sich schliessen, ist auch kein Eintritt von frischem Wasser in das Canal-System möglich. Nur die äussere Dermalfläche kann während dieser Zeit möglicherweise eine Art Respiration unterhalten.

Secretion und Excretion.

Die Functionen der Abscheidung und Ausscheidung werden bei den Kalkschwämmen, wie bei den übrigen Schwämmen, theils von den Geisselzellen des Entoderm, theils von dem Syncytium des Exoderm vollzogen. Die Secrete und Excrete werden theils in flüssiger, theils in fester Form abgeschieden. Wenn man, wie es gewöhnlich geschieht, unter Secret eine Absonderung versteht, welche noch bestimmte Functionen in der Oeconomie des Organismus vollzieht, unter Excret hingegen eine Absonderung, welche nur unbrauchbare und zersetzte Bestandtheile aus dem Organismus zu entfernen hat, so würden wir bei den Kalkschwämmen als Secret eigentlich nur die kohlensaure Kalkerde ansehen können, welche im Exoderm abgelagert wird, und welche zu Nadeln umgeformt das Skelet bildet. Als Excret hin-

gegen würden wir die flüssigen und festen Stoffe zu betrachten haben, welche von den Geisselzellen in den Hohlraum des Canal-Systems hinein ausgeschieden und mit dem austretenden Wasserstrome entfernt werden.

Dass den Geisselzellen des Entoderm ausschliesslich oder doch vorzugsweise ebenso die Ausscheidung der auszuführenden unbrauchbaren und zersetzten Nahrungsbestandtheile, wie die Aufnahme der zu verdauenden und die Verdauung der aufgenommenen Nahrungsmittel zufällt, kann im Allgemeinen wohl als sicher angenommen werden. Hingegen ist uns die Natur dieser Ausscheidungen, und namentlich des flüssigen Excretes, welches dem Harne entspricht, noch völlig unbekannt. Sie würde auf jeden Fall sehr schwer zu erkennen sein und nur durch eine sorgfältige Analyse des Wassers, das aus dem Schwammkörper ausströmt, annähernd ermittelt werden können. Dieses Wasser enthält aber zugleich diejenigen festen Excrete, welche mit jenem hypothetischen Harne zugleich von den Geisselzellen ausgeschieden werden, und ausserdem diejenigen geformten Excremente, grössere und kleinere Körperchen der verschiedensten Art, welche überhaupt nicht von den Geisselzellen aufgenommen, sondern verschmäht wurden, und einfach als unbrauchbare fremde Körper mit dem Wasserstrome durch den Schwammkörper hindurch getreten sind. Bei Fütterungs-Versuchen mit fein zertheiltem Carmin, Indigo etc., bei welchen sich die Geisselzellen reichlich voll essen, kann man beobachten, wie diese geformten Körperchen zum Theil längere Zeit (nach Bowerbank 12—14 Stunden) im Schwammkörper verweilen nnd dann erst theilweise in veränderter Form, als klumpige Faecal-Ballen zusammengehäuft, mit dem ausströmenden Wasser entfernt werden.

Die Kalkschwämme sowohl wie die übrigen Schwämme, sondern ein unbekanntes flüssiges Secret oder Excret ab, welches auf andere Thiere als Gift, und auf kleinere und zartere Organismen als tödtliches Gift wirkt. Diese letzteren sterben in kleineren Glasgefässen, welche Spongien in wenig Seewasser enthalten, meistens sehr rasch ab. Auch viele grössere Thiere können durchaus nicht die Gegenwart mancher Spongien vertragen und sterben in ihrer Gesellschaft sehr schnell, während sie in Glasgefässen mit derselben Quantität Seewasser, ohne die Spongien, lange Zeit lebendig bleiben. Bowerbank, der diesen deletären Einfluss der Schwämme auf andere Thiere ebenfalls beobachtet hat, schiebt ihn bloss darauf, dass die Schwämme ihren Mitbewohnern den zur Respiration nöthigen Sauerstoff wegnehmen. Ich glaube indessen aus vielen Beobachtungen sicher auf die Absonderung einer besonderen giftigen Substanz schliessen zu können, welche vielleicht von den Spongien selbst (ähnlich dem Gift in den Nesselkapseln der Acalephen) zum Tödten zufällig sich nähernder Thierchen benutzt wird. Infusorien, Flagellaten, Würmerlarven etc., welche sich unvorsichtig Kalkschwämmen näherten und sie berührten, sah ich bisweilen plötzlich, wie gelähmt, ihre Bewegungen einstellen und dann durch

den Wasserstrudel in das Canal-System hineingezogen werden. Wahrscheinlich wird dieses flüssige Gift von dem Syncytium abgesondert.

Als viel wichtigeres Secret des Exoderms sind hier aber besonders die Kalknadeln zu nennen, welche das Skelet zusammensetzen. Die erste Entstehung dieses Kalk-Skelets ist phylogenetisch darauf zurückzuführen, dass kohlensaure Kalkerde, welche in gelöster Form mit dem ernährenden Wasserstrome aufgenommen war, von der Sarcodine des Syncytium in fester Form, als geformtes Secret, abgeschieden wurde, und als solches zwischen den Kernen des Syncytium sich ablagerte. Hierbei nahm der kohlensaure Kalk eine halb krystallinische Beschaffenheit an und gestaltete sich unter Aufnahme von Krystallwasser und in Verbindung mit einer geringen Quantität von organischer Substanz zu jenen individuellen, festen (nicht festflüssigen!) Körpern, welche durch die natürliche Züchtung als Spicula zur Skeletbildung benutzt, und späterhin durch die Wechselwirkung von Anpassung und Vererbung im Kampfe ums Dasein auf das Vielfältigste umgebildet und differenzirt wurden. Ich betrachte diese Secretion der Spicula als einen Act des Stoffwechsels, welcher der Ablagerung von krystallinischen Secreten (z. B. in den Nieren) bei anderen Organismen an die Seite zu stellen, und zwar nicht als vollständige Krystallisation, wohl aber als Biokrystallisation zu deuten ist; d. h. als eine Combination der krystallisirenden Thätigkeit des kohlensauren Kalks und der organisirenden Thätigkeit der Sarcodine. Die Kalk-Spicula der Calcispongien wären demnach als Biokrystalle aufzufassen, als Form-Individuen, welche ein Mittelding zwischen einem anorganischen Krystalle und einem organischen Secrete darstellen, und deren erste Entstehung auf einem Compromisse zwischen dem Krystallisations-Bestreben des kohlensauren Kalks und der formativen Thätigkeit der verschmolzenen Zellen des Syncytiums beruht.

Die Gründe für diese Auffassung, deren Bedeutung für die generelle Biologie mir nicht gering zu sein scheint, finde ich vor allen in der Morphologie, in der Entwickelung und in dem Wachsthum der Spicula. Das Wachsthum derselben ist ein anorganisches; es erfolgt wie bei den Krystallen durch Apposition; die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte aber weist nach, dass alle die mannichfaltigen Formen der Spicula bei den Kalkschwämmen auf zwei ganz einfache und ursprüngliche Grundformen zurückgeführt werden können. Die ursprüngliche Grundform aller Stabnadeln ist die absolut-reguläre Spindel, oder ein Cylinder, auf dessen beiden Grundflächen zwei congruente Kegel mit gewölbten Mantelflächen aufsitzen. Die ursprüngliche Grundform aller Dreistrahler und Vierstrahler aber ist, wie ich oben bereits gezeigt habe (p. 183) der absolut reguläre Dreistrahler, der als eine hemiaxonie Form des hexagonalen Krystall-Systems betrachtet werden kann, in welchem die kohlensaure Kalkerde als Kalkspath krystallisirt. An diese Auffassung lassen sich weittragende allgemeine Folgerungen knüpfen.

Pigmentbildung und Färbung.

Als unmittelbare Producte des Stoffwechsels kommen hier nächst den Abscheidungen auch die Pigmente in Betracht, welche manchen Kalkschwämmen eine lebhafte Färbung verleihen. Allerdings fällt gewöhnlich die Färbung der Calcispongien wenig in die Augen, und ist selten so lebhaft oder selbst bunt, wie bei vielen Kieselschwämmen. Die Mehrzahl der Arten erscheint in lebendigem Zustande weiss. Mehrere Autoren haben die weisse Färbung sogar in die allgemeine Characteristik der ganzen Gruppe aufgenommen, so namentlich JOHNSTON und O. SCHMIDT. Der Letztere characterisirt die Kalkschwämme (1862) als: „Spongiae parvae, plerumque albicantes, corpore spiculis calcareis pertexto." Auch nahm er an, dass diejenigen Arten, welche sich durch besondere Färbung auszeichneten, wesentlich mit dadurch characterisirt seien, wie z. B. unter den Asconen die rothe „Grantia pulchra" und die gelbe „Grantia clathrus", im Gegensatze zu der weissen „Grantia Lieberkühnii" [1]). Dies ist indessen nicht der Fall. Vielmehr habe ich gefunden, dass die Färbung der pigmentirten Arten keineswegs constant, und nicht als specifischer Character zu verwerthen ist.

Die Mehrzahl der Kalkschwämme erscheint in lebendem Zustande, im Meerwasser und frisch aus dem Meere genommen an der Luft weiss. Die weisse Farbe ist aber nicht durch ein besonderes weisses Pigment bedingt, sondern durch die Kalk-Nadeln, welche dicht gedrängt in mehreren Schichten über einander liegen. Bei durchfallendem Lichte erscheinen alle diese weissen Kalkschwämme auf dünnen Schnitten völlig farblos. Weder an dem Syncytium, noch an den Geisselzellen ist die Spur von weissem Pigment zu finden; sie sind vielmehr völlig durchscheinend und farblos. Der Kalk der durchsichtigen und farblosen Spicula allein bedingt bei auffallendem Lichte die weisse Färbung. Man muss daher eigentlich nicht zwischen weissen und anders gefärbten, sondern zwischen farblosen und pigmentirten Kalkschwämmen unterscheiden.

Die pigmentirten Kalkschwämme sind in der Regel einfarbig, selten mehrfarbig oder bunt. Nur unter den Asconen sind bis jetzt mehrfarbige Individuen gefunden worden, nicht unter den Leuconen und Syconen. Ein ausgezeichnet bunter Schwamm ist *Ascaltis cerebrum* von Lesina (System p. 55), deren grosse Auloplegma-Stöcke (Taf. 8) ich zwar gewöhnlich weiss fand, häufig aber auch an einzelnen Stellen in das Gelbliche oder Röthliche spielend, und bisweilen schön goldgelb, orange oder zinnoberroth gefleckt; die bunten Flecken waren meistens verwaschen, seltener scharf umschrieben.

Die Pigmentirung ist innerhalb der Species meistens (und wahrscheinlich immer) veränderlich, nicht constant. Wenigstens ist diese Unbeständigkeit der Fär-

1) OSCAR SCHMIDT, Adriat. Spong. I. Supplem. p. 24.

bung bis jetzt bei allen pigmentirten Calcispongien gefunden worden, von denen eine grössere Zahl von Individuen untersucht wurde. Hingegen ist bis jetzt keine einzige Species von Kalkschwämmen in zahlreichen Exemplaren untersucht worden, bei welcher eine bestimmte Farbe als constant, und daher als characteristisch für die Species bezeichnet werden könnte. Das Pigment ist bisweilen sehr lebhaft. Besonders einzelne Asconen zeichnen sich dadurch aus, weniger Leuconen und am wenigsten Syconen.

Besonders bemerkenswerth durch lebhafte und bei den verschiedenen Individuen mannichfach verschiedene Pigmentirung sind mehrere Arten von *Ascetta*, namentlich *A. primordialis*, *A. coriacea* und *A. clathrus*, welche an verschiedenen Standorten weiss, gelb, orange, roth, braun, seltener grau oder blau gefunden werden. Bei *A. coriacea* ist diese auffallende Inconstanz schon den früheren Beobachtern, JOHNSTON, BOWERBANK, BUCKLAND, NORMAN aufgefallen. Die merkwürdige *Ascetta clathrus* glaubte O. SCHMIDT durch ihre lebhaft gelbe Farbe characterisiren zu können; ich fand aber dieselbe Art bei Lesina auch weiss, röthlich, gelbbraun oder dunkelbraun. Die drei canarischen Asconen, welche MIKLUCHO als *Nardoa canariensis*, *N. sulphurea* und *N. rubra* beschrieb, sind lediglich Farben-Varietäten einer und derselben natürlichen Art (*Ascaltis canariensis*). Die sehr lebhaft pigmentirten Farben-Varietäten von *Ascetta primordialis*, welche bei Lesina an verschiedenen Küstenstellen vorkommen, insbesondere eine schwefelgelbe, eine orangerothe und eine purpurrothe Varietät, habe ich selbst anfänglich für verschiedene Species gehalten, bis ich mich durch die genaueste Untersuchung überzeugte, dass in den gröberen und feineren Structur-Verhältnissen auch nicht der mindeste Unterschied zu finden ist. Es ist also klar, dass die Färbung der Kalkschwämme für die Species-Unterscheidung völlig werthlos ist.

Die Farbe der pigmentirten Kalkschwämme ist am häufigsten gelb, roth oder braun. Die gelbe Farbe ist meistens rein schwefelgelb oder goldgelb, seltener ledergelb oder braungelb. Die rothe Farbe ist meistens orangeroth oder mennigroth, seltener purpurroth oder rothbraun. Die braune Farbe geht durch alle Töne von hellem Gelbbraun bis zum dunkeln Schwarzbraun. Sehr selten findet sich die violette, blaue oder grüne Farbe.

Die mikroskopische Untersuchung der pigmentirten Kalkschwämme zeigt, dass das Pigment gewöhnlich nur in den Geisselzellen des Entoderm seinen Sitz hat, und hier an den endoplasmatischen Körnchen haftet, welche um den Nucleus herum angehäuft sind. Das hyaline Exoplasma derselben ist ganz farblos. Ebenso ist auch das Syncytium des Exoderm völlig farblos. Bisweilen aber finden sich in der Sarcodine des Exoderm dieselben Pigmentkörner, welche auch die Geisselzellen färben. Dieselben liegen dann in Form von rundlichen oder sternförmigen Haufen rings um die Kerne des Syncytium angehäuft, während die Zwischenräume zwischen

den Kernen ganz frei davon sind. So fand ich namentlich bei der schwefelgelben und bei der orangerothen Varietät von *Ascetta primordialis*, welche bei Lesina auf Algen an den Felsen unmittelbar unter der Thüre des Klosters wächst, sowohl die Kerne der Geisselzellen als die Kerne des Syncytium von gelben oder rothen Pigmentkörnern dicht umschlossen. Ebenso fand ich in Norwegen bei einigen Formen von *Ascetta coriacea* sowohl das Exoderm, als das Entoderm pigmentirt. Viel seltener ist der Fall, dass die Pigmentkörner bloss um die Kerne des Syncytium herum im Exoderm angehäuft sind, während die Geisselzellen farblos sind. Dies fand ich z. B. bei einigen schwefelgelben Individuen von *Ascetta clathrus*.

Die Färbung der pigmentirten Kalkschwämme ist wahrscheinlich von keiner wesentlichen Bedeutung und lediglich als eine untergeordnete Folge des Stoffwechsels zu betrachten, welche in ihren verschiedenen Modificationen unmittelbar von der verschiedenen Beschaffenheit der aufgenommenen Nahrung abhängig ist. Dafür scheint unter anderem auch eine Beobachtung von CARTER [1]) zu sprechen, welcher bei einem Kieselschwamme *(Isodictya simulans)* ein Stück, das mit einer rothen Floridee *(Rhodymenia)* in Berührung stand, ebenso roth gefärbt fand, wie diese Alge selbst. Auch hier, wie bei anderen gefärbten Kieselschwämmen, fand CARTER die Färbung auf die Geisselzellen der Geisselkammern (seiner „ampullaceous sacs") beschränkt. Uebrigens ist zu bemerken, dass auch bei den Kieselschwämmen, wie bei den übrigen Spongien, die Geisselzellen zwar gewöhnlich, aber keineswegs immer, der Sitz der Pigmentbildung sind. Vielmehr ist nicht selten auch hier das Exoderm pigmentirt; und zwar findet sich als Ursache der Färbung bald Anhäufung von Pigmentkörnern um die Kerne des Syncytium, bald eine diffuse Färbung der Sarcodine.

Die Färbung der pigmentirten Kalkschwämme wird durch die Einwirkung von Weingeist, von Säuren und von Alkalien gewöhnlich sofort zerstört. Besonders zu bemerken ist noch, dass viele Arten von Kalkschwämmen, und zwar ebensowohl farblose als pigmentirte, eine heller oder dunkler braune Färbung annehmen, sobald sie in Weingeist gesteckt werden. Einzelne farblose Kalkschwämme ertheilen dem Weingeist, in welchen sie gesteckt werden, schon nach wenigen Secunden eine intensiv schwefelgelbe Farbe.

---

1) CARTER, On the ultimate Structure of marine Sponges. Ann. and Mag. of nat. hist. 1870, Vol. VI, p. 332. „On a subsequent occasion I found a pink portion of the Halichondria simulans, JOHNSTON (= Isodictya simulans, BOWERBANK), which appeared to have obtained its colour from growing in contact with a species of *Rhodymenia;* and on tearing this to pieces I observed that the pink colour was confined to the ampullaceous sacs — that is to the spong-cells composing them. Hence I inferred that the sponge had been feeding on the fronds of the *Rhodymenia*, which sponges will do, just as fungi enclose and feed upon leaves and wood. As regards the colouring-matter of sponges generally, I think it will be found to be cheafly confined to the granular contents of the spong-cells composing the ampullaceous sac."

Anpassung.

Wenn ich hier die Erscheinungen der Anpassung bei der Physiologie der Ernährung bespreche, so geschieht dies in der Ueberzeugung, dass die nächste Ursache der durch Anpassung bewirkten Veränderungen des Organismus in Modificationen seines Ernährungs-Processes zu suchen ist. Ich habe diese Theorie von dem innigen Causal-Nexus zwischen Ernährung und Anpassung im fünften Buche meiner generellen Morphologie ausführlich begründet, und kann mich hier darauf beschränken, auf diese Erörterung zu verweisen.

Ebendaselbst habe ich auch nachzuweisen versucht, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen Anpassung oder Adaptation und Abänderung oder Variation nicht besteht, und dass die Anpassungsfähigkeit im Grunde dasselbe ist, wie die Abänderungsfähigkeit. Ich führe demnach alle Abänderungen schliesslich auf Anpassungen zurück, welche entweder direct oder indirect durch äussere Einwirkungen hervorgerufen sind. Bei der directen oder actuellen Anpassung bewirken die äusseren Ursachen, die „Anpassungs-Bedingungen", unmittelbar die entsprechende Abänderung in Form und Function des Organismus. Bei der indirecten oder potentiellen Anpassung hingegen tritt die dadurch hervorgerufene Abänderung nicht in der Form und Function des betroffenen Organismus selbst, sondern in derjenigen seiner Nachkommen zu Tage. In diese Kategorie gehören alle diejenigen Abänderungen, welche scheinbar ohne äussere Ursache entstanden sind, welche aus einem inneren „Variations-Triebe" entsprungen zu sein scheinen. Viele Autoren nehmen einen solchen „inneren ursprünglichen Variations-Trieb", d. h. eigentlich eine unbekannte, oder keine mechanische, sondern eine finale Ursache für viele oder selbst für die meisten Abänderungen in Anspruch, und setzen diese letzteren den „eigentlichen, durch äussere Existenz-Bedingungen hervorgerufenen Anpassungen" gegenüber. Nach meiner Meinung ist dieser Gegensatz ungerechtfertigt. Ich führe alle Abänderungen der organischen Formen und Functionen schliesslich direct oder indirect auf die Einwirkung äusserer mechanischer Ursachen zurück, welche zunächst die Ernährung der Plastiden beeinflussen und dadurch die Gegenwirkung des Organismus hervorrufen, die sich eben in der „Anpassung" äussert. Gerade die Erscheinungen der Anpassung bei den Kalkschwämmen scheinen mir diese, in der generellen Morphologie entwickelten Anschauungen wesentlich zu stützen. Ueberhaupt aber giebt es wohl keine Klasse von Organismen, bei denen die Erscheinungen der Anpassung lehrreicher und für die Descendenz-Theorie wichtiger wären, als dies bei den Spongien der Fall ist. Schon O. Schmidt hat sich hierüber in seiner letzten Arbeit über die „Spongien-Fauna des atlantischen Gebietes" vortrefflich ausgesprochen [1]).

---

1) O. Schmidt, Atlant. Spongien, 1870, p. 1. Betrachtungen zur Systematik. „Gewiss ist die von Carpenter dargelegte Auflösung einer Menge sogenannter Gattungen der Foraminiferen in continuirlich

Anpassung der Individualität.

Die Individualität des reifen Bion, des ausgewachsenen und geschlechtsreifen, physiologischen Individuums unterliegt bei den Kalkschwämmen sehr bedeutenden Schwankungen und ist der Anpassung in viel höherem Maasse unterworfen, als bei anderen Thiergruppen. Viele natürliche Arten von Kalkschwämmen aus allen drei Familien werden stets nur als solitäre Personen geschlechtsreif: Monograntien; viele andere natürliche Arten werden stets nur als Cormen, niemals als solitäre Personen geschlechtsreif: Polygrantien. Wäre dieser Unterschied nun vom Ursprung an auf zwei divergirende Linien der Calcispongien vererbt, so würden die beiden Haupt-Abtheilungen des künstlichen Systems, die Monograntien und Polygrantien, wirklich natürliche Abtheilungen des Stammbaums und also auch des natürlichen Systems re-

---

in einander übergehende Formenreihen für die Wandelbarkeit der Arten überzeugend; allein, was die Spongien bieten, übersteigt alles Dagewesene. Es handelt sich bei ihnen nicht bloss, wie bei den Foraminiferen, um den allgemeinen Habitus der Form, um die variable Gruppirung der Kammersysteme, sondern die Variabilität ist an dem mikroskopischen Detail ebenso und noch specieller vorhanden als an den gröberen Bestandtheilen. Bei den Foraminiferen kann man wohl von mikroskopischen Formen, aber nicht eigentlich von mikroskopischen Bestandtheilen sprechen. In den Spongien aber belauschen wir die Umbildung der feineren Formbestandtheile, der Elementarorgane, und dadurch wird die Wandelbarkeit des Ganzen so durchsichtig. Es verhalten sich in dieser Beziehung die Kalkschwämme etwas anders, als die übrigen und besonders die Kieselschwämme. Bei jenen ist die Variabilität der mikroskopischen Theile auf einen kleinen Formenkreis beschränkt, dafür aber der Habitus der Individuenreihen von einer ganz unglaublichen Biegsamkeit. Wir vermissen nun zwar diese Biegsamkeit des Gesammtkörpers auch nicht bei den Kieselspongien, wir sehen z. B. bei der Gattung *Tedania* (GRAY), zusammengestellt aus einigen meiner früheren Renieren, wozu ich aber noch mancherlei hinzuzufügen habe, wie deren eigensinnig zusammenhaltende Nadelformen von Triest bis Florida und Island unter den verschiedenartigsten Verkleidungen auftreten. Die eine dieser Nadeln neigt aber in einigen Varietäten schon zu Abschweifungen. Und gerade dieser Punkt, die in's Einzelne zu verfolgenden Umwandlungen derjenigen Organe, welche als vermeintlich stabil der Systematik die wesentlichste Grundlage zur Aufstellung der Gattungen und Arten zu bieten schienen, hat uns die Untersuchungen mancher Partien besonders anziehend gemacht. Ich darf an die frappanten Beispiele erinnern, die ich schon in den algierischen Spongien gebracht. Diese häufen sich wieder in dem Maasse, als der Gesichtskreis sich erweitert. Schritt für Schritt machen wir die Wahrnehmung, dass auf kein „Merkmal" ein leidlicher Verlass ist, dass bei einiger Constanz der mikroskopischen Bestandtheile die äussere Körperform mit ihren groben Kennzeichen, den Osculis u. s. f. weit über die Gränzen von sogenannten Arten und Gattungen hinaus abändert, bei gleichem äusseren Habitus aber die, wie wir glaubten, specifischen inneren Theilchen uns gleichsam unter der Hand zu andern werden. Das ist nun freilich trostlos für Diejenigen, denen die Fixirung der Arten ein absolutes Bedürfniss. Ich selbst habe mir wahrhaftig Mühe genug gegeben, die sonst so unfassbaren Spongien nach den genau und tausendfältig gemessenen Skelettheilen in schöne Arten zu bringen. Noch messe und studire ich diese Mikro-Architectonik mit gleicher Sorgfalt, ich benutze jetzt aber Zahl und Zeichnung zu der ungleich tiefer befriedigenden Erkenntniss der Ableitung und Verwandtschaft. Wer bei den Spongien sein Hauptgeschäft auf die Species- und Gattungsmacherei verlegt, wird ab absurdum geführt, wie HAECKEL in seinem Prodromus zur Monographie der Kalkschwämme mit köstlicher Ironie gezeigt."

präsentiren. Dies ist aber keineswegs der Fall; vielmehr sind erstens von vielen nahe verwandten Arten die einen constante Monograntien, die anderen ebenso constante Polygrantien; zweitens aber existiren ausserdem viele natürliche Arten, welche ebensowohl als solitäre Personen, wie als sociale Cormen geschlechtsreif werden; wir wollen diese **Allograntien** nennen.

Die statistische Vergleichung aller bisher bekannten (hundert und elf) Arten des natürlichen Systems ergiebt in dieser Beziehung das in der nachstehenden Tabelle enthaltene Resultat. Die erste Columne derselben (M) enthält die Species, welche constant solitär bleiben (Monograntien). Die zweite Columne (A) enthält die Species, welche bald als solitäre Person, bald als socialer Cormus geschlechtsreif werden (Allograntien). Die dritte Columne (P) enthält die Species, welche constant nur als Cormen, niemals als solitäre Personen geschlechtsreif werden (Polygrantien). Die vierte Columne (U) giebt die Zahl derjenigen Species an, von denen bisher nur ein einziges Exemplar untersucht werden konnte, die also für die vorliegende Frage ohne Bedeutung sind. In der fünften Columne endlich (S) ist die Total-Summe der natürlichen Species von jeder Gattung angegeben.

Statistische Tabelle
zur Uebersicht der Verhältnisse der Anpassung und Vererbung der Individualität bei den natürlichen Gattungen und Arten.

Ascones	I M	II A	III P	IV U	V S	Leucones	I M	II A	III P	IV U	V S	Sycones	I M	II A	III P	IV U	V S
Ascetta . .	2	3	2	1	8	Leucetta .	1	1	—	3	5	Sycetta . .	3	—	1	1	5
Ascilla . .	—	1	—	1	2	Leucilla .	2	—	—	—	2	Sycilla . .	4	—	—	—	4
Ascyssa . .	—	1	—	1	2	Leucyssa .	—	1	—	2	3	Sycyssa .	1	—	—	—	1
Ascaltis . .	—	1	6	—	7	Leucaltis .	2	3	—	1	6	Sycaltis .	3	2	—	—	5
Ascortis . .	—	1	3	1	5	Leucortis .	—	1	—	—	1	Sycortis .	3	—	—	—	3
Asculmis .	—	1	—	—	1	Leuculmis .	1	—	—	—	1	Syculmis .	—	—	—	1	1
Ascandra .	—	8	3	3	14	Leucandra .	8	8	1	—	17	Sycandra .	11	4	3	—	18
Summa	2	16	14	7	39	Summa	14	14	1	6	35	Summa	25	6	4	2	37

Die Resultate dieser statistischen Vergleichung, welche in der unten stehenden Summe für die drei natürlichen Familien zusammengefasst sind, erscheinen sehr bemerkenswerth. Demnach sind zunächst von den 111 Species des natürlichen Systems 15 Arten auszuscheiden, von denen nur ein einziges Exemplar untersucht wurde (7 Asconen, 6 Leuconen, 2 Syconen). Unter den übrig bleibenden 96 Species befinden sich 41 **constante Monograntien**, welche nur als solitäre Personen in reifem Zustande beobachtet wurden, nämlich 2 Asconen, 14 Leuconen und 25 Syconen. Ferner sind darunter 19 **constante Polygrantien**, welche nur als Stöcke in reifem Zustande beobachtet wurden, nämlich 14 Asconen, 1 Leucon und 4 Syconen. End-

lich befinden sich darunter 36 inconstante Allograntien, welche sich bezüglich ihrer Individualität dergestalt an die äusseren Existenz-Bedingungen anpassen, dass sie bald als solitäre Personen, bald als Cormen geschlechtsreif werden; das ist der Fall bei 16 Asconen, 14 Leuconen und 6 Syconen.

Mit anderen Worten ausgedrückt: unter den 96 Species, welche hier in Betracht kommen, vererbt sich die morphologische Individualität constant bei 60 Arten; und zwar die Individualität dritter Ordnung bei 41, die Individualität vierter Ordnung bei 19 Arten. Hingegen findet bei den übrigen 36 Species keine constante Vererbung der Individualität statt; vielmehr ist sie hier so sehr der Anpassung unterworfen, dass sie bald in der dritten, bald in der vierten Stufe auftritt.

Die Vergleichung der drei natürlichen Familien ergiebt, dass bei den Asconen die Stockbildung am meisten überwiegt: sie findet sich hier unter 32 Arten bei 14 constant, bei 16 inconstant. Bei den Syconen gerade umgekehrt überwiegt die Personbildung: sie findet sich hier unter 35 Arten bei 25 constant, bei 6 inconstant. Die Leuconen endlich halten hierin, wie in anderen Beziehungen, zwischen Asconen und Syconen die Mitte. Bei ihnen ist die Personbildung ebenso oft constant als inconstant.

Anpassung der Cormus-Form.

Die äussere Gesammtform der Cormen oder Stöcke ist bei den Kalkschwämmen ebenso wie bei den übrigen Spongien, und wie bei den meisten Pflanzenthieren, der Anpassung und Variation in weit höherem Maasse unterworfen, als alle übrigen morphologischen Verhältnisse. Wenn diese Thatsache schon bei den Stöcken vieler Hydroiden und Corallen sich auffallend offenbart, so tritt dieselbe noch viel auffallender bei den meisten stockbildenden Schwämmen hervor. Unter diesen aber scheinen wiederum die Kalkschwämme gerade in dieser Beziehung alle übrigen Spongien weit zu übertreffen. Die Unbeständigkeit der Cormus-Form ist hier geradezu erstaunlich und übersteigt Alles, was mir sonst von Variabilität bekannt ist.

Natürlich können in dieser Beziehung nur diejenigen natürlichen Species vollgültiges Zeugniss ablegen, von denen sehr zahlreiche, mindestens einige Dutzend Individuen von einem und demselben oder von verschiedenen Standorten untersucht wurden. Als besonders lehrreich sind folgende Ascon-Arten hervor zu heben: *Ascetta primordialis* (Taf. 2), *Ascetta coriacea* (Taf. 3), *Ascaltis cerebrum* (Taf. 8), *Ascaltis Darwinii*, *Ascandra reticulum*, *Ascandra variabilis* (Taf. 18). Bei diesen Asconen geht die Anpassung der Stockform so weit, dass man die verschiedenen Cormen einer und derselben natürlichen Species für gänzlich verschiedene Arten halten würde, wenn nicht die völlige Identität der Skelet-Structur und ihr Vorkommen an einem und demselben Standorte ihre Zugehörigkeit zu einer Art überzeugend nachwiesen. Bisweilen ist auch die Abhängigkeit der Stockform von den umgebenden Existenz-Bedingungen un-

mittelbar ersichtlich, so z. B. bei *Ascandra variabilis* (Taf. 18), von der ich mehrere hundert, höchst verschieden geformte Stöcke in der Goethe-Bucht bei Brandesund auf der norwegischen Insel Gis-Oe sammelte. Die gewöhnliche, auf Cladophora rupestris sitzende, und mit den Zweigen dieser Alge oft durchflochtene Stockform (Fig. 6) ist gabeltheilig verzweigt, mit abgerundeten Winkeln der Gabelung, und cylindrischen Aesten, vom Habitus eines Hirschgeweihes. Daneben findet sich auf feinästigeren Tang-Arten (namentlich Rhodothamnus) eine andere Stockform mit sehr verdünnten und verlängerten fadenförmigen Aesten und sehr spitzen Winkeln der Gabelung (Fig. 7). Die auf Furcellarien sitzenden Stöcke zeichnen sich durch besondere Neigung zu blasenförmiger Auftreibung der dicken älteren und rankenförmiger Krümmung der dünnen jüngeren Aeste aus (Fig. 8). Eine ganz verschiedene Form erhalten diese Stöcke, wenn sie sich auf der Schale einer lebenden, nestbauenden Muschel, Lima hians (innerhalb deren Nestes) ansiedeln (Fig. 9); sie bilden dann rundliche Polster, aus deren Wurzelgeflecht sich ein dichter Busch von plattgedrückten, wenig verzweigten Personen zu gleicher Höhe erhebt. Wiederum ganz andere Formen bildet dieselbe Art, wenn sie sich auf Steinen, in Felsritzen u. s. w. ansiedelt (Fig. 11, 15, 18). Offenbar sind diese ausserordentlich verschiedenen Cormus-Formen der *Ascandra variabilis* ganz oder doch theilweise durch unmittelbare Anpassung an die umgebenden und ihnen als Basis dienenden fremden Körper entstanden (vergl. System p. 109—111).

Ein anderes ausgezeichnetes Beispiel dafür liefert *Ascetta clathrus*. Taf. 4. Wenn diese Art auf der Unterseite von Steinen wächst, bilden ihre mundlosen Stöcke (Auloplegma) ein lockeres Geflecht von engen, schlanken, fächerigen Röhren (Fig. 2). Wenn dieselbe dagegen frei auf der Seitenfläche oder der oberen Fläche von Steinen sich ansiedelt, bilden ihre Auloplegma-Stöcke ein dickes schwammiges Polster, das aus weiten, varicösen, fächerlosen Schläuchen zusammengesetzt ist (Fig. 1). Diese beiden Formen sind so verschieden, dass ihr erster Entdecker, O. Schmidt, sie für Angehörige ganz verschiedener Gattungen hielt, und die erstere *Clathrina clathrus*, die letztere *Nardoa labyrinthus* nannte. Auch ich selbst hielt sie anfänglich, als ich sie bei Lesina zahlreich beobachtete, für ganz verschiedene Arten, bis ich durch die Entdeckung überrascht wurde, dass die auffallende Verschiedenheit ihrer Cormus-Form lediglich die Folge von Anpassung an ihren Standort ist. Ich fand bald zwischen diesen beiderlei Stockformen auch solche Stöcke, welche halb aus der einen, halb aus der anderen Stockform zusammengesetzt waren (*Ascetta mirabilis*, Fig. 3). Diese Stöcke sassen halb auf der unteren Fläche, halb auf der Seitenfläche einer Steinplatte auf; die erstere Hälfte gehörte der Form *clathrina* (Fig. 2), die letztere Hälfte der Form *labyrinthus* an (Fig. 1); beide Formen gingen am Rande der Steinplatte plötzlich und unvermittelt in einander über (Fig. 3). Hier bewirkte also lediglich die Verschiedenheit der Existenz-Bedingungen, welche ein und derselbe mundlose Schwammstock an der verborgenen dunkeln Unterfläche und an der offenen hellen Sei-

tenfläche einer und derselben Steinplatte fand, eine gänzlich verschiedene Ausbildung der Stockform und zugleich der Form der constituirenden Personen (vergl. das Nähere im System p. 31—36).

Unter den Leuconen ist die Stockform ebenfalls (wenn auch in geringerem Grade als bei den Asconen) sehr veränderlich und der Anpassung an die verschiedensten Existenz-Bedingungen fähig. Als besonders ausgezeichnete Beispiele sind hier hervorzuheben: *Leucetta primigenia* (Taf. 21); *Leucaltis floridana* (Taf. 26), *Leucandra aspera* (Taf. 35), *Leucandra alcicornis* u. s. w.

Viel constanter vererbt sich hingegen die Cormus-Form bei den Syconen, wo eigentlich nur eine einzige Art, nämlich *Sycandra compressa* (Taf. 57) sich durch ausserordentliche Variabilität der äusseren Gesammtform des Stockes auszeichnet.

Anpassung der Person-Form.

In engem Zusammenhange mit den eben angeführten Anpassungs-Verhältnissen der Cormen stehen auch diejenigen der Personen, aus denen sie zusammengesetzt sind. Bei allen stockbildenden Kalkschwämmen, bei denen die Cormus-Form sehr variirt, ist mit deren Abänderung zugleich eine mehr oder weniger bedeutende Umbildung der Form ihrer constituirenden Personen nothwendig verbunden. Ebenso ist aber auch bei denjenigen Kalkschwämmen, welche entweder niemals oder doch nicht constant Stöcke, sondern bloss solitäre Personen bilden, die Form der Person der Anpassung in hohem Maasse unterworfen. Dieses Maass erreicht zwar nicht das ausserordentliche Maass von Veränderlichkeit, welches die Cormen auszeichnet. Dennoch aber ist es sehr beträchtlich und übertrifft bei weitem das Maass der Variabilität, welches man gewöhnlich in der Person-Form der Pflanzenthiere (und in noch viel engeren Grenzen in der Person-Form der höheren Thiere) anzutreffen gewohnt ist.

Da den Spongien die äusseren Extremitäten und namentlich die den Mund umgebenden Tentakeln fehlen, welche bei den nächstverwandten Nesselthieren durch ihre mannichfaltige Zahl, Grösse, Form und Anordnung den Personen der einzelnen Species ihre characteristische Gestalt verleihen, so muss sich natürlich die Variabilität der Person-Form auf die Anpassungen beschränken, welche der Rumpf der Person (der gesammte Magenschlauch) in seiner einfachen, an sich sehr wenig characteristischen Gestalt erleiden kann. Innerhalb der engen Grenzen aber, welche der Person durch diese einfache Formbeschaffenheit selbst gesetzt sind, bewegt sich ihre Gestalt in sehr veränderlichen Formen. Bei einer und derselben natürlichen Species kann die solitäre Person cylindrisch, spindelförmig, kolbenförmig, konisch, eiförmig, ellipsoid oder selbst kugelig erscheinen, so z. B. bei *Ascetta coriacea* (Taf. 3, Fig. 1—3), *Leucandra aspera* (Taf. 35, Fig. 1—4), *Sycandra ciliata* etc. Auch bei denjenigen Arten, deren Personen sich durch eine mehr characteristische Gesammtform auszeichnen, wie namentlich durch bandförmige Abplattung oder taschenförmige Com-

pression, wie bei *Ascandra cordata* (Taf. 17, Fig. 2), *Leucandra crambessa* (Taf. 37, Fig. 7), *Sycandra compressa* (Taf. 57, Fig. 1—6) vererbt sich diese characteristische Person-Form nicht ganz constant, sondern geht häufiger oder seltener in andere, z. B. cylindrische oder spindelförmige Gestalten über, welche zum Theil vielleicht als Rückschläge, zum Theil aber auch gewiss als neue Anpassungen zu deuten sind.

Wegen dieser Variabilität ist die äussere Gesammtform der Person und der dadurch ausgedrückte „specifische Habitus" bei den Schwämmen überhaupt, und speciell bei den Kalkschwämmen, viel weniger für die natürlichen Species characteristisch, als es bei den meisten übrigen Thier-Arten der Fall ist, und kann niemals als wesentlicher, d. h. constanter Species-Character in deren Diagnose mit aufgenommen werden.

Anpassung der Organ-Form.

Viel weniger als die Form der Person und des Cormus ist die Form des Organs, des Morphonten zweiter Ordnung, der Anpassung unterworfen; und die verschiedenen Anpassungen, welche die Organe erleiden, vererben sich zum Theil sehr constant. Wie in der Organologie gezeigt wurde, können bei den Kalkschwämmen als selbstständige Organ-Systeme nur das Canal-System und das Skelet-System in Betracht kommen, und demnach kann auch die Anpassung der Organ-Form nur an diesen beiden Systemen, als Ganzes betrachtet und in den einzelnen Theilen, zur Erscheinung kommen.

Das Canal-System als Ganzes betrachtet zeigt einen mittleren Grad von geringer Variabilität und von relativer Constanz, welcher dasselbe geeignet erscheinen lässt, in erster Linie als Grundlage des natürlichen Systems zu dienen. Zunächst ist hier die dreifach verschiedene Structur der Magenwand von Bedeutung, auf welche die drei natürlichen Familien der Asconen, Leuconen und Syconen basirt sind. Die Magenhöhle hingegen variirt mit der Gesammtform der Person, durch die ihre Form, abgesehen von der Dicke der Magenwand, unmittelbar bedingt ist. Die Canäle, welche die Magenwand durchsetzen, sind bei den Asconen noch absolut variabel, völlig inconstante Poral-Tuben, während sie bei den Leuconen durch die mannichfach differenzirten, unregelmässigen und verästelten Ramal-Tuben, bei den Syconen durch die regelmässigen und bei den einzelnen Species constant geformten Radial-Tuben ersetzt werden. Wenn man die Anpassung der Wand-Canäle bei den beiden letzten Familien vergleicht, so ergiebt sich, dass die unregelmässigen Astcanäle der Leuconen in viel höherem Masse innerhalb der Species-Grenze variiren, als die regelmässigen Strahlcanäle der Syconen. Die Gestalt der Radial-Tuben bei den letzteren (und ebenso auch die Form der zwischen den Radial-Tuben liegenden radialen Intercanäle) vererbt sich innerhalb jeder Sycon-Species so constant, dass sie in die Species-Characteristik als wesentliches Merkmal mit aufgenommen werden kann. Bei den

unregelmässigen Ramal-Tuben der Leuconen ist dies wegen der grösseren Variabilität nicht möglich. Es offenbart sich hier das Gesetz, dass eine bestimmte Organ-Form sich um so constanter vererbt, je regelmässiger die bestimmte Form an sich ist.

Besondere Beachtung verdient die Variabilität der Mundform. Die dreifach verschiedene Form der Mundöffnung, welche bei den Kalkschwämmen als nackte, rüsselförmige und bekränzte Mundöffnung auftritt, sowie auch der völlige Verschluss oder Mangel des Osculum, geben den verschiedenen Personen der Kalkschwämme ein so verschiedenes Aussehen, dass die frühere Systematik darauf entscheidenden Werth legte und dass namentlich die Genera von Oscar Schmidt in erster Linie mit auf diese verschiedene Mundbildung basirt wurden. Ich selbst habe früher diese Anschauung adoptirt und in meinem Prodromus (1869) die nackte, rüsselartige und bekränzte Mundform, sowie den Verschluss des Osculum, als wesentliche Genus-Charactere in allen drei Familien der Kalkschwämme verwerthet. Erst die nachfolgenden Untersuchungen der beiden letzten Jahre, welche an einem viel reicheren, Tausende von Individuen umfassenden Materiale angestellt wurden, haben mich belehrt, dass jene Anschauung und die darauf gegründete Classification irrthümlich war. Die Form und selbst die Existenz der Mundöffnung ist viel variabler, viel mehr der Anpassung unterworfen, als O. Schmidt und ich angenommen haben. Sie ist so veränderlich, dass bei vielen natürlichen Arten aller drei Familien sämmtliche Formen der Mundbildung, sowohl an solitären Personen, als an Stöcken, innerhalb einer und derselben Species neben einander vorkommen können. Als ausgezeichnete Beispiele seien hier nur hervorgehoben *Ascandra variabilis* (Taf. 18), *Leucandra aspera* (Taf. 35), *Sycandra compressa* (Taf. 57). Auf der anderen Seite giebt es viele Arten, bei denen sich die Mundbildung innerhalb der Species constant zu vererben und nicht zu variiren scheint. Constant nacktmündig ist z. B. *Ascaltis botryoides* (Taf. 9, Fig. 10), *Leucetta pandora* (Taf. 22, Fig. 3), *Sycilla chrysalis* (Taf. 43, Fig. 1). Durch constant rüsselförmige Mundöffnung sind z. B. ausgezeichnet *Ascandra cordata* (Taf. 17, Fig. 2, 6), *Leucandra caminus* (Taf. 37, Fig. 5, 6), *Sycandra Schmidtii* (Taf. 58, Fig. 2). Eine constant bekränzte Mundöffnung besitzen z. B. *Ascandra nitida* (Taf. 17, Fig. 3, 7, 10, 13), *Leucandra crambessa* (Taf. 37, Fig. 7, 8), *Sycandra arborea* (Taf. 58, Fig. 7). Endlich findet sich constanter Verschluss der Mundöffnung z. B. bei *Ascetta clathrus* (Taf. 4), *Leucilla capsula* (Taf. 24, Fig. 1), *Sycandra ramosa* (Taf. 58, Fig. 8). Bei allen diesen Arten mit constanter Mundform würde dieselbe auch als Species-Character oder selbst als Gattungs-Character verwerthbar sein. Hingegen ist bei allen Species, bei denen die Mundform mehr oder weniger variirt, dieselbe eben wegen dieser Inconstanz kein verlässlicher Character. Diese systematische Werthlosigkeit der Mundbildung wird am einleuchtendsten durch die merkwürdigen Metrograntien illustrirt, durch die polymorphen Stöcke, deren constituirende Personen alle verschiedenen Formen der

Mundöffnung neben einander zeigen können. So finden wir bei der Ascometra-Form von *Ascandra variabilis* (Taf. 18, Fig. 9), bei der Leucometra-Form von *Leucandra aspera* (Taf, 35, Fig. 9), bei der Sycometra-Form von *Sycandra ciliata* (Taf. 58, Fig. 9) auf einem und demselben Stocke neben einander mundlose Personen und mündige Personen, theils mit nackter, theils mit rüsselförmiger, theils mit bekränzter Mundöffnung. Diese Metrograntien beweisen besser, als alles Andere, dass die auf die Mundbildung gegründeten Genera der Calcispongien nur den Werth von künstlichen, nicht von natürlichen Gattungen besitzen. Im natürlichen Systeme können sie nicht einmal als „gute Arten“, sondern nur als „generische Varietäten“ classificirt werden.

Das Skelet-System als Ganzes betrachtet zeigt ebenso, wie das Canal-System, jenen mittleren Grad von geringer Variabilität und von relativer Constanz, welcher vorzüglich zur Verwerthung für die systematischen Unterscheidungen bei der Classification geeignet ist. Zunächst ist hier die Zusammensetzung des Skelet-Systems aus den drei verschiedenen Hauptformen der Spicula, aus Dreistrahlern, Vierstrahlern und Stabnadeln von Bedeutung. Die siebenfach verschiedene Zusammensetzung des Skelets: entweder bloss aus einer von diesen drei Hauptformen *(Haploraphidia)* oder aus einer Combination von zwei derselben *(Diploraphidia)* oder endlich aus allen drei Hauptformen *(Triploraphidia)* vererbt sich so constant, dass dieselbe die beste, ja die einzig sichere Grundlage für die Unterscheidung der natürlichen Genera abgiebt. Dennoch ist auch diese Constanz nur relativ, nicht absolut; und durch mannichfaltige Anpassung wird die Zusammensetzung des Skelet-Systems vielfach abgeändert. Diesen Abänderungen verdanken die „connexiven Varietäten“ der natürlichen Species ihre Entstehung, welche zwar nur sehr unbedeutende Abweichungen zu sein scheinen, in der That aber für die Descendenz-Theorie von hoher Bedeutung sind.

Die Anpassung einzelner Theile des Skelet-Systems, welche zu localen Differenzirungen desselben an verschiedenen Körperstellen führt, geht Hand in Hand mit der Differenzirung des Canal-Systems. Daher finden wir bei den Asconen gar keine oder nur höchst unbedeutende Differenzirungen im ganzen Skelet-System jeder Art. Bei den Leuconen passt sich das Skelet-System den Form-Verhältnissen des Magens, des Mundes, der Astcanäle und der Dermalfläche in vielfach verschiedener Weise an. Am weitesten aber geht die Anpassung verschiedener Theile des Skelet-Systems bei den Syconen, wo wir fast regelmässig die Gastralfläche, die Mundöffnung, die Wand der Radial-Tuben und die Dermalfläche ihrer Distal-Kegel durch ein differenzirtes Skelet ausgezeichnet sehen. Hier vererben sich auch diese Anpassungen innerhalb der Species so constant, dass sie für deren Characteristik unmittelbar verwerthbar sind.

Anpassung der Plastiden-Form.

Am wenigsten sind bei den Kalkschwämmen, wie bei allen polyplastiden Organismen, die Morphonten erster Ordnung, die Plastiden, der Anpassung unterworfen. Ausser den Plastiden selbst, die bei allen Spongien nur als Zellen, nicht als Cytoden auftreten, sind aber auch deren Producte, die Spicula des Kalk-Skelets, hier in Betracht zu ziehen. Diese letzteren variiren in ihrer Form sehr mannichfaltig, während die Zellen im Gegentheil äusserst einförmig bleiben.

Bei allen verschiedenen Arten der Kalkschwämme verhalten sich die Zellen, sowohl des Entoderms als des Exoderms, in Bezug auf Grösse, Form und Zusammensetzung so gleichförmig, dass wenigstens unsere groben Erkenntniss-Mittel nicht im Stande sind, irgend wesentliche Verschiedenheiten zwischen den verschiedenen Arten zu entdecken. Die nutritiven Geisselzellen, die Spermazellen und die Eizellen zeigen im Entoderm aller Arten wesentlich dieselben Eigenschaften. Ebenso sind wir nicht im Stande, in dem Syncytium, in den Kernen und der Sarcodine des Exoderms bei den verschiedenen Calcispongien irgend nennenswerthe Unterschiede zu erkennen. Natürlich sind hier überall specifische, ja wohl überall auch individuelle Unterschiede vorhanden. Diese sind aber in den äusserst feinen Differenzen der chemischen Mischung oder der molecularen Zusammensetzung zu suchen, jedenfalls aber unseren groben Erkenntniss-Hülfsmitteln nicht zugänglich.

In auffallendem Gegensatz zu dieser Gleichmässigkeit der Zellen-Form, welche sich in strenger Constanz von der gemeinsamen Stammform der Kalkschwämme auf alle Species der Gruppe vererbt hat, steht die Mannichfaltigkeit der Spicula-Formen, welche von den verschmolzenen Exoderm-Zellen des Syncytiums ausgeschieden werden. Die untergeordneten Formen dieser Dreistrahler, Vierstrahler und Stabnadeln sind einerseits der weitgehenden Umbildung durch vielfache Anpassung so sehr unterworfen, und vererben sich doch anderseits mit solcher relativen Constanz, dass sie bei weitem die sichersten Anhaltspunkte zur Unterscheidung der natürlichen Species liefern. Die im System des zweiten Bandes angeführten „specifischen Varietäten“, welche die gewöhnliche Grenze der specifischen Constanz überspringen und durch weiter gehende Anpassung und Divergenz die Grundlage zu „neuen Arten“ liefern, sind dabei von besonderem Interesse; ebenso auch die ebendaselbst aufgeführten „transitorischen Varietäten“, welche unmittelbar den Uebergang von einer „guten Art“ zur anderen vermitteln.

Uebrigens ist die Variabilität der Spicula auch innerhalb der verschiedenen natürlichen Species ausserordentlich verschieden. Bei vielen Arten vererbt sich die Nadelform innerhalb der Species so constant, dass eine Nadel genau der anderen gleicht, so z. B. die absolut regulären Dreistrahler von *Ascetta primordialis*, *Leucetta primigenia*, *Sycetta primitiva*. Das sind namentlich die kalkreichen und

spiculin-armen Nadeln. Das andere Extrem bilden die spiculin-reichen und kalk-armen Nadeln, besonders die irregulären Dreistrahler, so z. B. von *Ascetta flexilis, Leucetta pandora, Sycandra elegans.* Hier kommen nicht allein innerhalb einer Species, sondern innerhalb eines einzigen Individuums die verschiedensten und mannichfaltigsten Nadelformen neben einander vor (Vergl. Taf. 23). Diese Erscheinung ist nur durch die Descendenz-Theorie zu erklären.

Wachsthum.

Das Wachsthum der Kalkschwämme ist dadurch von Interesse, dass es theilweise als ein organisches, theilweise aber als ein anorganisches sich darstellt. Nach dem letzteren Modus geschieht das Wachsthum der Kalknadeln, welche das Skelet der Kalkschwämme zusammensetzen; nach dem ersteren Modus erfolgt das Wachsthum bei dem Weichkörper derselben.

Anorganisches Wachsthum des Skelets.

Als eine Thatsache von grosser Bedeutung ist hier hervorzuheben, dass das Wachsthum der Kalknadeln bei den Calcispongien und ebenso das Wachsthum der Kieselnadeln bei den Silicispongien ein anorganisches ist und wie bei den Krystallen durch Apposition von aussen erfolgt. Die feine concentrische Schichtung, welche an den Spicula aller Kalkschwämme sowohl als aller Kieselschwämme deutlich nachzuweisen ist, deutet schon darauf hin; und keinen Zweifel daran lässt die Entwickelungsgeschichte der Spicula, welche Schritt für Schritt verfolgt werden kann. Sowohl die Dreistrahler als die Vierstrahler beginnen mit der Bildung einer äusserst kleinen, gleichseitig dreieckigen Kalkscheibe, welche als ein reguläres dreikantiges Prisma mit sehr verkürzter Längsaxe aufzufassen ist, als eine hemiaxonie Form des hexagonalen Krystall-Systems, in welchem der Kalkspath krystallisirt. Dieses kleine Kalk-Prisma wächst nun durch Apposition von kohlensaurer Kalkerde und von Spiculin, welche von dem Syncytium ausgeschieden und schichtenweise um den winzigen ursprünglichen Krystallkern abgelagert werden. Das anorganische Wachsthum erfolgt aber sehr ungleich in den verschiedenen Dimensionen des Raumes: äusserst geringfügig an den beiden gleichseitig-dreieckigen Endflächen des Prisma (auf beiden „Seitenflächen" des Dreistrahlers und Vierstrahlers); äusserst bedeutend hingegen an den drei Kanten des Prisma. Jede Kante zieht sich in Folge dessen zu einem konischen Fortsatz aus, und um diesen konischen oder bald cylindrisch sich gestaltenden „Schenkel" lagert sich nun der kohlensaure Kalk und das Spiculin in Form von concentrischen Lamellen ab. Ebenso lagert sich der Kalk um die primitive einfache Axe der Stabnadeln in Form von concentrischen „Hohlcylindern" ab. Diese evidente Blätter-Structur der Spicula und ihr anorganisches Wachsthum durch äussere Apposition begründen nebst den anderen, oben geschilderten

Eigenschaften der Spicula (p. 170—209) unsere mechanische Auffassung derselben als Biokrystalle (vergl. p. 377). Dass in der Axe der Nadel-Schenkel sich ein Centralfaden von Spiculin, und in dem Centrum sich ein Centralkorn findet, steht dieser Auffassung nicht entgegen. Denn auch die echten anorganischen Krystalle können solche Einschlüsse enthalten. Während aber bei den letzteren vor Allem die Kanten der stereometrischen idealen Grundform zur realen Entwickelung gelangen, bilden sich bei den Biokrystallen vorzüglich die Axen derselben aus, und zwar die halben Axen.

Organisches Wachsthum des Weichkörpers.

Im Gegensatz zu dem anorganischen Wachsthum der Spicula ist das Wachsthum des Weichkörpers bei den Kalkschwämmen ein echt organisches und erfolgt wie bei allen rein organischen Gebilden durch Intussusception. Nach den in meiner generellen Morphologie (Bd. II, p. 73) gegebenen Erläuterungen unterscheide ich dabei zwischen dem einfachen und dem zusammengesetzten Wachsthum. Das einfache Wachsthum betrifft bloss die Plastiden, die Morphonten erster Ordnung. Da nun bei den Kalkschwämmen diese bloss im Entoderm selbstständig bleiben, im Exoderm hingegen zum Syncytium verschmelzen, so beschränkt sich das einfache Wachsthum hier auf die Zellen des Entoderms: die nutritiven Geisselzellen, die Spermazellen und die Eizellen. Das Wachsthum des Exoderms muss hingegen schon als zusammengesetztes Wachsthum aufgefasst werden, da das Syncytium bereits eine Zell-Fusion, also ein Morphon zweiter Ordnung repräsentirt. Das Syncytium wächst durch Vermehrung der Kerne, welche sich theilen und als Ernährungs-Centra eine entsprechende Neubildung von Sarcodine bewirken.

Das Wachsthum der Personen geschicht bei den drei Familien in verschiedener Weise. Die solitären Personen der Asconen, deren Magenwand immer gleich dick bleibt, wachsen bloss in die Länge. Die Personen der Leuconen wachsen in die Länge und zugleich in die Dicke, wobei die Verästelung und Ausdehnung ihrer verästelten Wandcanäle gleichmässig zunimmt. Die Personen der Syconen wachsen ebenfalls zugleich in die Länge und in die Dicke; da ihre Radial-Tuben zeitlebens dieselbe Weite beibehalten, ist nothwendig mit dem Wachsthum der Sycon-Personen eine gleichmässige Vermehrung der Radial-Tuben verbunden, und diese letzteren werden zugleich länger durch Wachsthum an ihrer proximalen Basis. Dieses „Wachsthum der Wimper-Apparate" bei den Syconen hat Lieberkühn ausführlich beschrieben (Archiv f. Anat. Phys. 1865, p. 742).

Das Wachsthum der Stöcke geschicht bei allen drei Familien erstens durch Wachsthum der constituirenden Personen und zweitens durch Vermehrung derselben. Diese Vermehrung geschieht meistens durch Knospenbildung, seltener durch unvollständige longitudinale Theilung der Person. Bei den geflochtenen Stöcken der

Asconen und Leuconen, namentlich bei den Nardopsiden und Tarromiden, Coenostomiden und Artyniden, geschieht die Vermehrung der anastomosirenden röhrenförmigen Personen durch longitudinale Theilung, wobei die beiden, neu entstehenden Röhren sich in ihrer ganzen Länge von einander abschnüren, und nur an den beiden Einmündungsstellen mit einander in offener Communication bleiben.

Verwachsung oder Concrescenz.

Die Entwickelungs-Function der Concrescenz oder Verwachsung, welche bisher im Allgemeinen noch sehr wenig Beachtung gefunden hat, spielt in der Formbildung, und namentlich in der Stockbildung der Spongien eine sehr bedeutende Rolle; eine grössere Rolle als in den meisten anderen Thierklassen. Schon ältere Beobachter haben einzelne auffallende Beispiele von Verwachsung bei den Schwämmen erwähnt. Cavolini fand bereits vor mehr als hundert Jahren zwei Exemplare von *Spongia rubens* (Pallas), welche er in einer Glocke zusammengedrängt hatte, so fest mit einander verwachsen, dass er sie nicht wieder trennen konnte. Ebenso berichtet Grant (1825—1827) mehrfache Beispiele von Verwachsung bei verschiedenen Spongien. Er beobachtete sogar bei *Spongia panicea*, dass zwei Flimmerlarven, welche sich in einem Glasschälchen neben einander festgesetzt haben, mit einander untrennbar verschmelzen und sich gemeinsam zu einem einzigen Schwamme entwickeln; dieser wächst dann gerade so, als ob er aus einer einzigen Flimmerlarve entstanden wäre[1]). Ferner haben Bowerbank, Carter, Lieberkühn und viele andere Spongiologen Fälle von Concrescenz ursprünglich getrennter Schwämme mitgetheilt, und auf die Leichtigkeit aufmerksam gemacht, mit der diese Verschmelzung eintritt.

Bei den Kalkschwämmen scheint die Concrescenz durchschnittlich noch eine grössere Wirksamkeit als bei den übrigen Schwämmen zu entfalten, und ist hier namentlich von fundamentaler Bedeutung für die Entstehung vieler, sehr eigenthümlicher und characteristischer Stockformen. Man muss hier unterscheiden zwischen der Verwachsung bei monoblasten und bei polyblasten Cormen.

Bei den einwurzeligen oder monoblasten Stöcken, welche aus einem einzigen Ei entstanden sind, spielt die Concrescenz in allen drei Familien der Kalkschwämme eine bedeutende Rolle. Unter den Asconen entstehen durch Verschmelzung und Anastomose der sich berührenden Aeste eines monoblasten Stockes, viele netzförmige und geflechtförmige Cormen; doch können solche häufig auch ohne Verwachsung, bloss durch die vorher beschriebene unvollständige Längstheilung entstehen, bei welcher die abgeschnürten beiden Röhren nur an beiden Enden mit einander in Verbindung bleiben. Unter den Leuconen findet Verlöthung der sich berührenden Aeste eines monoblasten Stockes in der mannichfaltigsten Form statt. Unter den

1) Grant, Edinburgh. New Philos. Journ. Vol. II, 1827, p. 132.

Syconen scheint hingegen die Concrescenz der sich berührenden Sycon-Personen eines Sycon-Stockes niemals einzutreten; wohl aber erhalten die einzelnen Sycon-Personen des *Syconopa*-Typus und des *Syconusa*-Typus ihre characteristische Form wesentlich durch theilweise oder gänzliche Verwachsung der Radial-Tuben (d. h. durch Concrescenz der dicht gedrängten secundären Olynthen, welche durch strobiloide Gemmation auf der Dermalfläche eines primären Olynthus entstanden sind).

Die vielwurzeligen oder polyblasten Stöcke der Kalkschwämme sind immer durch Concrescenz von zwei oder mehreren, ursprünglich getrennten Personen, also aus zwei oder mehreren Eiern entstanden. Solche Stöcke kommen bei den Syconen niemals vor, bei den Leuconen nur selten, bei den Asconen hingegen sehr häufig. Alle grösseren Ascon-Stöcke sind durch secundäre Verwachsung von zwei oder mehreren, oft sehr zahlreichen, primären monoblasten Stöcken oder ursprünglich getrennten Personen entstanden. Die ausgezeichneten auf diese Art gebildeten Cormen sind früher bereits besprochen (vergl. die Abbildung der polyblasten Stöcke von *Ascetta coriacea* (Taf. 3, Fig. 9, 14, 24, 33 etc.); von *Ascetta clathrus* (Taf. 4, Fig. 1—3); von *Ascandra reticulum* (Taf. 20, Fig. 18).

2. Gonologie (Physiologie der Fortpflanzung).

Die Fortpflanzung scheint in allen drei Familien der Kalkschwämme auf dem Wege der geschlechtlichen Zeugung, und nur auf diesem, zu geschehen. Wie schon früher (p. 153) angeführt, ist die sexuelle Differenzirung bei den Calcispongien vermuthlich allgemein verbreitet, und die Flimmerlarven, deren Entwickelung zu neuen Bionten wir in dem Abschnitt über Ontogenie bereits betrachtet haben, gehen wahrscheinlich immer aus befruchteten Eiern hervor.

Immerhin bleibt die Möglichkeit offen, dass bei den Kalkschwämmen, wie bei vielen anderen Pflanzenthieren, neben der geschlechtlichen auch die ungeschlechtliche Fortpflanzung statttindet; sei es, dass an die Stelle der befruchtungsbedürftigen Eizellen Sporen treten, welche nicht der Befruchtung bedürfen; sei es, dass durch andere ungeschlechtliche Zeugungs-Processe (Theilung, Knospung) neue Bionten gebildet werden. Die Entstehung neuer Personen durch ungeschlechtliche Zeugung (Theilung und Knospung), welche bei den stockbildenden Kalkschwämmen sehr verbreitet ist, kann nicht als ungeschlechtliche Fortpflanzung betrachtet werden. Denn diese Personen trennen sich nicht freiwillig ab, sondern bleiben mit dem mütterlichen Stocke vereinigt. Das Resultat jener ungeschlechtlichen Zeugungs-Processe ist also bloss Stockbildung, Vermehrung der abhängigen Personen als morphologischer Individuen dritter Ordnung, welche den Cormus als Morphon vierter Ordnung zusammen setzen. Fortpflanzung im eigentlichen Sinne können wir aber nur

die Vermehrung der Bionten oder der physiologischen Individuen nennen, mag diese Vermehrung nun die Person oder den Cormus betreffen.

Dass Fragmente von Kalkschwämmen, sowohl von Personen, als von Stöcken, welche durch irgend eine zufällige äussere Veranlassung (Zerreissung, Zertrümmerung) von dem ganzen Bion abgetrennt werden, im Stande sind, sich selbstständig zu ernähren und zu einem vollständigen Bion durch Regeneration zu ergänzen, ist bis jetzt nicht beobachtet, doch nach den zahlreichen, an anderen Spongien gemachten Erfahrungen, insbesondere nach LIEBERKÜHN's zahlreichen Versuchen an *Spongilla* und nach O. SCHMIDT's werthvollen Experimenten über künstliche Schwammzucht von *Euspongia* etc. wohl nicht zu bezweifeln. Wahrscheinlich wird jedes künstlich abgelöste Fragment eines Kalkschwammes, welches ein Stückchen von beiden Bildungs-Blättern, von dem Geissel-Epithel des Gastral-Blattes und von dem Syncytium des Dermalblattes enthält, im Stande sein, sich wieder zu einem vollständigen physiologischen Individuum zu ergänzen. Diese Ausbildung eines partiellen Bion zu einem actuellen Bion würde unter den Begriff der künstlichen Vermehrung fallen. Die natürliche Vermehrung der Kalkschwämme aber scheint niemals durch ungeschlechtliche, sondern immer erst durch geschlechtliche Fortpflanzung bewirkt zu werden.

Sexuelle Fortpflanzung. Befruchtung.

Der Process der sexuellen Fortpflanzung und der Befruchtung erfolgt bei den Kalkschwämmen in der allereinfachsten Weise. Da besondere Geschlechts-Organe (in morphologischem Sinne) ganz fehlen, und da die beiderlei Sexual-Zellen, welche in physiologischem Sinne die Geschlechts-Organe vertreten, weiter nichts sind als differenzirte Entoderm-Zellen, und im Geissel-Epithel des Gastrocanal-Systems zerstreut liegen, so ist für den Befruchtungs-Process weiter Nichts erforderlich, als dass die männlichen Spermazellen sich ablösen und mittelst ihrer Geisselbewegung sich zu den weiblichen Eizellen hinbegeben. Da die letzteren nackt sind, so können die ersteren ohne Weiteres, an ihrer Oberfläche angelangt, in ihr Inneres eindringen und so den Befruchtungs-Act vollziehen.

Alle Kalkschwämme, bei denen ich Spermazellen nachweisen konnte, enthielten zugleich Eizellen, und waren also Hermaphroditen. Doch ist damit noch nicht gesagt, dass der Hermaphroditismus in dieser Gruppe ganz allgemein ist. Vielmehr ist es wohl möglich, dass bei vielen anderen Kalkschwämmen Gonochorismus vorkommt, wie bereits oben (p. 153) auseinander gesetzt wurde. Bei den hermaphroditischen Kalkschwämmen kann natürlich der Befruchtungs-Process ganz einfach innerhalb der Magenhöhle stattfinden, indem die reifen Spermazellen sich von dem Entoderm ablösen und zu den benachbarten Eizellen hinschwimmen. Da

wo sich Spermazellen in grösserer Menge entwickeln und dicke „Samenballen" bilden, da wird sich die ganze Magenhöhle zeitweise mit Sperma füllen und die Befruchtung der Eier überall in der Gastralfläche stattfinden. Bei den gonochoristischen Kalkschwämmen hingegen (wenn solche existiren), werden die Spermazellen bei den männlichen Bionten mit dem ausströmenden Seewasser austreten und darauf mit dem einströmenden Seewasser durch die Hautporen in das Gastrocanal-System der weiblichen Bionten eintreten. Vielleicht geschieht die Befruchtung häufig auch frei im Meere ausserhalb des Gastrocanal-Systems, da nicht nur die Spermazellen vermittelst ihrer Geisselbewegung, sondern auch die Eizellen vermittelst ihrer amoeboiden Bewegung, die Hohlräume des Canal-Systems verlassen und activ auswandern können. Beiderlei Sexual-Zellen werden sich dann, wie bei so vielen anderen Seethieren, frei im Seewasser begegnen und hier wird die eheliche Verbindung der flagellaten männlichen Zelle mit der amoeboiden weiblichen Zelle stattfinden.

Den Act der Befruchtung selbst glaube ich einigemale während meines Aufenthaltes auf Lesina im April 1871 beobachtet zu haben, so namentlich bei *Ascetta primordialis*, bei *Leucaltis solida* und bei *Sycandra quadrangulata* (Taf. 48, Fig. 6). Ich habe darüber bereits früher berichtet [1]): „In Präparaten von frisch zerzupften Schwammstücken, in welchen zahlreiche, lebhaft schwingende Samenzellen und einzelne, gleich Amoeben umherkriechende Eizellen sich durch einander bewegten, konnte ich zu wiederholten Malen beobachten, wie einzelne Samenzellen, die zufällig mit einer Eizelle in Berührung gekommen waren, mit derselben verschmolzen. Zunächst schien das kleine Zoosperm, sobald es mit der Oberfläche der nackten Eizelle in Berührung gekommen war, an dieser anzukleben und seine schwingenden Bewegungen zu beschleunigen. Dann aber wurden dieselben allmählig langsamer und hörten zuletzt ganz auf, während gleichzeitig das Ei seine trägen amoeboiden Bewegungen einstellte. Endlich schien das Zoosperm völlig mit dem Ei zu verschmelzen oder sich in der Dottermasse desselben aufzulösen". In einigen Präparaten waren grosse, rundlich oder kugelig zusammengezogene Eizellen sichtbar, auf deren Oberfläche eine grosse Anzahl von schwingenden Spermazellen aufsassen, so z. B. bei *Sycandra quadrangulata* (Taf. 48, Fig. 6). Die Zoospermien schienen hier mit dem Kopfende (dem Nucleus) sich in den Dotter des Eies einzubohren, während das Schwanzende (die Geissel) sich schwingend bewegte. In einigen Fällen verfolgte ich diese Eier längere Zeit hindurch, und fand, dass später die anhaftenden Spermazellen verschwunden (in der Dottermasse aufgelöst?) waren, und dass bald nachher die Furchung des Eies begann. Es darf demnach jene Verbindung der Spermazellen mit der Eizelle wohl als wirkliche Befruchtung betrachtet werden.

---

1) Haeckel, Ueber die sexuelle Fortpflanzung der Schwämme. Jenaische Zeitschr. für Med. und Naturw. Bd. VI, 1871, p. 644.

Gemmulabildung.

Neben der gewöhnlichen geschlechtlichen Fortpflanzung findet sich bei manchen Spongien noch eine eigenthümliche Form der ungeschlechtlichen Vermehrung, welche unter dem Namen der Gemmulabildung oder Gemmulation bekannt, und zuerst von CARTER und LIEBERKÜHN bei der *Spongilla*, dem Süsswasser-Schwamme beobachtet worden ist. Ich habe diesen merkwürdigen Fortpflanzungs-Process, welcher auf die Classe der Spongien beschränkt zu sein scheint, in meiner generellen Morphologie (Bd. II, p. 53) als „Rückschreitende Keimknospenbildung" *(Polysporogonia regressiva)* gedeutet. Wie weit dieselbe unter den Spongien überhaupt verbreitet ist, bleibt noch zu ermitteln. Bei den Kalkschwämmen kommt die Gemmulation nicht vor.

Mit dieser negativen Behauptung setze ich mich allerdings in directen Widerspruch zu den Angaben von MIKLUCHO, welcher bei seiner *Guancha blanca (= Ascetta blanca*, H.) die Gemmulabildung ausführlich beschrieben hat. Um ganz unparteiisch zu sein, gebe ich unten in der Anmerkung seine darauf bezügliche Mittheilung in ihrer ganzen Ausdehnung wörtlich wieder [1]). Ich muss aber hinzufügen,

1) MIKLUCHO-MACLAY beschreibt in der Jenaischen Zeitschr. f. Med. u. Naturw. (1868, Bd. IV, p. 228) die angebliche Gemmulation der *Guancha blanca* mit folgenden Worten: „Eine andere, ebenfalls interessante Fortpflanzungsart, die ich bei Guancha beobachtete, ist die sogenannte Gemmulabildung, die auch bei anderen Seeschwämmen verbreitet ist; auf Algen, Pfählen, Steinen am Strande fand ich zuweilen kleine weissliche Kügelchen, die ich für Gemmulae ansah, ohne zu wissen, dass sie der Guancha angehörten. Endlich half mir ein glücklicher Zufall. Eines Tages erbeutete ich eine Guanchagruppe, deren Formen mir auffielen. Ich hielt diese Schwämme in einem Gläschen isolirt; und fand am nächsten Tage noch keine wesentliche Veränderung. An den folgenden Tagen fehlte mir die Zeit, jene Schwämme von neuem zu untersuchen, so dass ich nur einigemal das Wasser wechselte. Am fünften Tage fand ich zu meinem grossen Erstaunen die Gruppe ganz verändert. An einzelnen Stellen der Schwammindividuen boten sich Anschwellungen dar (Fig. 6 g), die an anderen scharf abgegrenzt waren, und eine Umwandlung in Gemmulae wahrnehmen liessen. Die eine derselben löste sich schon in ein paar Stunden ab. Sie glich vollständig den vorhin erwähnten (Fig. 7), die mir bezüglich ihrer Abstammung anfänglich unbekannt waren. Die dünne Wandung umschloss eine aus Zellen bestehende Substanz und einzelne Spicula des Mutterschwammes. Um vollkommen sicher zu sein, nahm ich eine andere Guanchagruppe (Fig. 8), deren Individuen voll Embryonen waren und unterwarf sie demselben Versuche. In wenigen Tagen erhielt ich neue Gemmulae (Fig. 9), die Individuen mit den Embryonen waren rückgebildet. Die Gemmulae der Guancha entwickeln sich, indem einzelne Stellen des Körpers anschwellen. Die Wand derselben wird an diesen Stellen dünner, durchsichtiger, die Anschwellung nimmt allmählich an Grösse zu und die Schwammzellen und Spicula des Schwammes gehen in diese sich bildende Gemmula über, die sich allmählich abschnürt. Die äussere Hülle der Guancha wird zur Gemmula-Hülle, der Inhalt des Schwammes zum Gemmula-Inhalt. Aus einem Schwammindividuum geht bald eine Gemmula, bald gehen deren zwei hervor. Ich behielt die abgelösten Gemmulae bis zu meiner Abreise aus Arrecife, zwei Wochen ungefähr, wechselte sorgfältig das Wasser, ohne jedoch eine Weiterentwickelung der Gemmulae erzielen zu können. Das Schicksal dieser Gemmulae ist wahrscheinlich dasselbe wie das der Gemmulae anderer Schwämme; sie

dass nach meiner Ueberzeugung diese ganze Darstellung auf Täuschung beruht; so schwer glaublich dies bei dem Detail seiner Mittheilung auch erscheinen mag. Ich bedaure sehr, bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen zu müssen, dass die Angaben von MIKLUCHO nur mit grosser Vorsicht aufzunehmen sind. Neben sehr werthvollen und richtigen finden sich auch völlig unrichtige und unzuverlässige Darstellungen. Ich erinnere bloss daran, dass MIKLUCHO z. B. bei *Guancha* das Exoderm als „Cuticula" beschreibt, und die im Exoderm liegenden Spicula „zwischen die Zellen" (des Entoderm) verlegt; dass er in der höchst flüchtigen Beschreibung seiner *Baeria ochotensis* (= *Leucandra ochotensis*, H.) das Innere und Aeussere verwechselt, die characteristischen pfriemenförmigen Stabnadeln und kreuzförmigen Vierstrahler gar nicht erwähnt u. s. w.

Unter mehreren tausend Exemplaren von Kalkschwämmen der verschiedensten Arten, welche in den verschiedensten Weltgegenden zu den verschiedensten Jahreszeiten gesammelt wurden, und welche ich auf das Genaueste untersucht habe, hat sich auch nicht ein einziges Mal nur eine Spur von dieser angeblichen Gemmula-Bildung auffinden lassen. Es müsste doch ein sonderbarer und kaum erklärlicher Zufall sein, dass unter allen diesen Kalkschwämmen auch nicht ein einziger eine Gemmula enthalten hätte, wenn solche wirklich bei den Calcispongien vorkämen. Was mir aber das Irrthümliche der bezüglichen Angaben von MIKLUCHO zur vollen Ueberzeugung bringt, ist neben der grossen inneren Unwahrscheinlichkeit derselben folgender Umstand. Nachdem ich gegen MIKLUCHO meinen Zweifel an der Richtigkeit seiner Beobachtung ausgesprochen und das gänzlich negative Resultat meiner eigenen zahlreichen Bemühungen, Gemmulae bei den Kalkschwämmen nachzuweisen, mitgetheilt, hatte derselbe die Güte, mir den Rest der angeblichen „Gemmulae von Guancha", welche noch in seinem Besitze waren (acht an der Zahl) zur Untersuchung zu überlassen. Es waren feste, gelbbraune bis schwarzbraune, kugelige Kapseln, von 1—2 Mm Durchmesser. Zwei derselben bewahre ich noch jetzt auf. Die sechs übrigen habe ich (zum Theil in der Gegenwart von MIKLUCHO selbst)

treiben sich umher, bis sie günstige Gelegenheit und Jahreszeit finden. (Dabei muss erwähnt werden, dass meine Beobachtungen in den Monat Februar fielen). Schon früher fand ich am Fuss vieler einzeln stehender Guancha Fetzen eines Häutchens und Spicula, die der Guancha anzugehören schienen (Fig. 16). Die Bedeutung dieses Häutchens wurde mir aber erst dann klar, als ich diese Thatsache mit dem Vorhergehenden in Zusammenhang brachte. Ich untersuchte darauf sehr viele Exemplare, bei einigen fand ich gar nichts derartiges, bei andern gleiche Fetzen, zwei oder drei aber besassen vollständige Häute, die am untern Ende des Stieles sassen und viel umfänglicher waren, als die darauf sich erhebende Guancha. Die Vergleichung dieser Häute mit der structurlosen Gemmulahülle erwies beider Identität. Diese Beobachtungen habe ich mehrfach wiederholen können. So fand ich ganz einzeln vorkommende Guancha auf Algen an einer Uferstelle bei Puerto Naos (Lanzarote), wo ich nach langem Suchen keine andere Guancha zu Gesicht bekam. Sie besassen die beschriebenen Membranreste; offenbar waren sie als Gemmulae dahin gerathen."

mit der grössten Vorsicht geöffnet und untersucht. Als Inhalt der Kapseln ergab sich eine braune pulverförmige Masse, welche bei sehr starker Vergrösserung aus lauter gelben, länglich runden oder kugeligen Zellen (von 0,005—0,007 Mm) zusammengesetzt erschien. Weder von den Zellen des Kalkschwammes, noch von den Kalknadeln desselben, welche nach MIKLUCHO's Angabe den Inhalt der Gemmulae bilden sollten, war eine Spur zu finden. Die dünne, aber feste Hülle der Kapsel ergab sich als eine structurlose, geschichtete, von äusserst feinen Poren durchbohrte, in concentrirten Säuren und Alkalien schwerlösliche Membran. Demnach sind die angeblichen „Gemmulae der Guancha" wahrscheinlich Sporenkapseln von Algen, jedenfalls aber nicht Producte des Kalkschwammes.

Vererbung.

Die Erscheinungen der Vererbung, welche in ihrer Wechselwirkung mit den Functionen der Anpassung die Hauptrolle bei der Gestaltung und Speciesbildung der Organismen spielen, lassen sich bei den Kalkschwämmen weit sicherer verfolgen und besser übersehen, als bei den meisten übrigen Organismen der Fall ist. Die grosse Einfachheit der morphologischen Verhältnisse, und die geringe Mannichfaltigkeit der physiologischen Functionen erleichtert hier die Untersuchung in ausserordentlichem Grade. Namentlich die grosse Beschränkung der animalen Functionen und die völlige Elimination der mannichfaltigen physiologischen Complicationen, welche bei anderen Thieren mit der Entwickelung und Function der Sinnesorgane, der Extremitäten, des Nervensystems u. s. w. verknüpft sind, werden für diese Aufgabe von grosser Bedeutung. Sie gestatten hier bei den Schwämmen und speciell bei den Kalkschwämmen, die Vererbung einerseits, die Anpassung anderseits als formbildende Functionen weiter zu verfolgen und daher auch die Descendenz der Species besser zu übersehen, als es gewöhnlich möglich ist.

Die allgemeinen Anschauungen, welche ich über den Zusammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung, sowie über die verschiedenen Gesetze der conservativen und progressiven Vererbung im fünften Buche meiner generellen Morphologie entwickelt habe, finde ich durch die genaueste Untersuchung der Kalkschwämme lediglich bestätigt, und indem ich bezüglich der ersteren auf jenes Buch verweise, die eingehendere Würdigung der Bedeutung der Kalkschwämme für die Vererbungsfrage im Allgemeinen aber mir für das achte Capitel dieses Bandes vorbehalte, beschränke ich mich hier darauf, das Mass der Vererbung für die verschiedenen morphologischen Bestandtheile und die dadurch vertretenen Individualitäts-Stufen im Körper der Kalkschwämme festzustellen.

Die Vererbung steht im Allgemeinen bei der Formbildung der Organismen zu der Anpassung in directem Antagonismus, und das Maass beider Functionen verändert sich daher in umgekehrter Pro-

portion. Mithin können wir hier einfach die Reihenfolge der Individualitäts-Stufen, welche wir vorher bezüglich ihres Verhältnisses zur Anpassung untersucht haben, umkehren. Wir waren ohnehin schon bei jener Untersuchung genöthigt, neben der Anpassung überall zugleich die Vererbung in Betracht zu ziehen. Je leichter irgend ein morphologisches Verhältniss der Anpassung unterliegt, desto weniger streng kann es sich vererben; und umgekehrt: Je strenger sich irgend eine morphologische Eigenthümlichkeit vererbt, desto weniger ist sie der Abänderung durch Anpassung unterworfen. Mithin werden jene oben angeführten Form-Verhältnisse, welche bei Untersuchung der Anpassung wegen ihrer grossen Variabilität zuerst in Frage kamen, hier bei der Vererbung zuletzt in Betracht zu ziehen sein; und umgekehrt werden die entgegengesetzten Form-Eigenschaften, welche dort wegen ihrer bedeutenden Constanz zuletzt, am Ende der Reihe erwähnt wurden, hier gerade zuerst, am Anfange der Reihe, aufgeführt werden müssen.

Demgemäss haben wir zuerst hier mit der Vererbung der Plastiden-Form zu beginnen. Diese übertrifft alle anderen Form-Verhältnisse an Constanz, so zwar, dass sie beinahe als absolut constant bezeichnet werden kann. Sowohl die Structur-Verhältnisse der Entoderm-Elemente: der nutritiven Geisselzellen, der Spermazellen und der Eizellen, als diejenigen der weichen Exoderm-Bestandtheile: der Sarcodine und der Kerne im Syncytium, haben sich von der gemeinsamen Stammform der Kalkschwämme so streng auf alle Arten derselben vererbt, dass wir überhaupt keine irgend wesentlichen, für uns wahrnehmbaren Form-Verschiedenheiten bei den verschiedenen Kalkschwämmen in dieser Beziehung constatiren können. Anders verhält es sich mit den festen Bestandtheilen des Exoderms, mit den Nadeln des Kalk-Skelets, bei denen die Constanz der Vererbung durch einen bedeutenden Grad von Variabilität der Form beeinträchtigt wird. Doch bleibt auch für diese Form-Elemente die Vererbung wegen ihres hohen Grades von relativer Constanz von solcher Bedeutung, dass gerade ihre speciellen Formen uns die besten und sichersten Anhaltspunkte für die Species-Unterscheidung liefern. Demjenigen, was schon oben (p. 390) in dieser Beziehung bemerkt wurde, ist hier noch hinzuzufügen, dass die Vererbung an der einzelnen Nadelform bezüglich der speciellen Eigenschaften folgende stufenweise Abnahme der Constanz erkennen lässt: 1. Die Hauptform der Nadel. 2. Die Nebenform der Nadel. 3. Der Kalkgehalt der Nadel. 4. Die Spitzenform der Nadel. 5. Die Dicke der Nadel. 6. Die Länge der Nadel. Mit anderen Worten: Die Hauptform des Spiculum vererbt sich am strengsten, die Länge dagegen am wenigsten streng; die Hauptform vererbt sich strenger als die Nebenform, die Länge weniger streng als die Dicke u. s. w.

An die Vererbung der Plastiden-Form schliesst sich bezüglich ihrer Constanz zunächst die Vererbung der Organ-Form an. Hier können wir bezüglich des abnehmenden Constanzgrades der Vererbung etwa folgende Stufenreihe aufstellen:

1. Die Structur der Magenwand (die drei Hauptformen des Gastrocanal-Systems als Basis der drei natürlichen Familien). 2. Die Zusammensetzung des Skelets aus den drei Hauptformen der Spicula (die siebenfach verschiedene Zusammensetzung des Skelets als Basis der sieben natürlichen Genera in jeder der drei Familien). 3. Die specielle Formbeschaffenheit der Strahlcanäle bei den Syconen, der Astcanäle bei den Leuconen (drei verschiedene Typen der Radial-Tuben: mangelnde, theilweise und völlige Verwachsung; vier verschiedene Typen der Ramal-Tuben: baumförmiger, netzförmiger, traubenförmiger und blasenförmiger Typus). 4. Die specielle Differenzirung des Skelet-Systems an einzelnen Körpertheilen, vorzüglich bei den Syconen, weniger bei den Leuconen, fast gar nicht bei den Asconen (Skelet der Gastralfläche, Skelet der Radial-Tuben oder des Wand-Parenchyms, Skelet der Dermalfläche, Skelet des Osculum). 5. Die specielle Formbeschaffenheit der Mundöffnung (die vierfach verschiedene Osculum-Bildung als Basis der Genera des künstlichen Systems: nackte, rüsselförmige, bekränzte und zugewachsene Mundöffnung). Es vererbt sich also von den wichtigsten organologischen Eigenschaften am strengsten die Structur der Magenwand, am wenigsten streng die Beschaffenheit der Mundöffnung; die allgemeine Zusammensetzung des Skelets vererbt sich strenger als die specielle Differenzirung des Skelet-Systems an einzelnen Körpertheilen u. s. w.

Viel weniger constant als die Vererbung der Organ-Form ist die Vererbung der Person-Form. Wie schon oben angeführt, ist gerade die eigenthümliche individuelle Form der Person, welche bei den meisten Thieren in so bedeutender Weise den „characteristischen Habitus der Species" bedingt, bei den Spongien, und vor Allen bei den Kalkschwämmen, so veränderlich und so sehr der Anpassung unterworfen, dass sie niemals als wesentlicher, d. h. constanter Species-Character in die Diagnose einer natürlichen Art mit aufgenommen werden kann. Damit soll nicht gesagt sein, dass bei allen Kalkschwämmen die Eigenthümlichkeiten der Person-Form absolut variabel, und mithin für die Unterscheidung der Species werthlos sind. Vielmehr giebt es eine Anzahl von Arten, bei denen eine besondere characteristische Person-Form sich ziemlich constant innerhalb der natürlichen Species zu vererben scheint, so namentlich bei den bandförmig oder taschenförmig zusammengedrückten Species: *Ascandra cordata* (Taf. 17, Fig. 2), *Leucandra crambessa* (Taf. 37, Fig. 7), *Sycandra compressa* (Taf. 59, Fig. 1—6). Aber auch hier ist, wie oben bereits angeführt wurde, die Vererbung dieser eigenthümlichen Person-Form keineswegs absolut constant; geht vielmehr bei einzelnen Abarten, die sich sonst wenig oder fast gar nicht von der gewöhnlichen Species-Form entfernen, theilweise oder ganz verloren.

Am wenigsten constant endlich ist bei den Kalkschwämmen die Vererbung der Cormus-Form. Diese unterliegt vielmehr innerhalb einer und derselben natürlichen Species so leicht und in so hohem Maasse der Abänderung durch Anpassung, dass sie für den Species-Character völlig werthlos ist. Wenigstens ist diese ausser-

ordentliche Variabilität bei allen denjenigen Kalkschwamm-Species constatirt, von denen ich sehr zahlreiche Exemplare habe untersuchen und vergleichen können. Einzelne Species scheinen allerdings durch sehr eigenthümliche Stockform sich auszuzeichnen, so z. B. *Ascandra sertularia* (Taf. 17, Fig. 5), *Ascandra pinus* (Taf. 19), *Leucetta trigona* (Taf. 22, Fig. 1), *Leucyssa spongilla* (Taf. 25, Fig. 11, 12), *Sycandra arborea* (Taf. 58, Fig. 7), *Sycandra alcyoncellum* (Taf. 58, Fig. 5). Indessen sind gerade von diesen und ähnlichen Arten theils nur wenige oder selbst nur ein einziges Exemplar untersucht, so dass man daraus nicht auf die Constanz dieser eigenthümlichen Form schliessen kann, theils ist auch hier die Variabilität an anderen Individuen derselben Art nachgewiesen.

Die Vererbung der Individualitäts-Stufe selbst ist bereits oben (p. 384) erörtert und durch eine statistische Tabelle (p. 383) erläutert worden.

II. Physiologie der animalen Functionen.

---

1. Mechanik (Physiologie der Bewegungen).

A. Automatische Bewegungen.

Die Bewegungs-Erscheinungen der Kalkschwämme verhalten sich denjenigen der übrigen Schwämme gleich, so dass auch hier in der Mechanik, wie in der übrigen Physiologie, das Wenige, was wir bis jetzt sagen können, ebensowohl von den Calcispongien, wie von den Schleimschwämmen, Hornschwämmen und Kieselschwämmen gilt. Nur in Betreff der Geschwindigkeit und Intensität der Bewegungs-Erscheinungen scheinen Unterschiede bei den verschiedenen Spongien vorzukommen.

Eine Ausnahme von dieser Gleichförmigkeit der physiologischen Functionen bei allen Schwämmen bildet jedoch gerade bezüglich der Mechanik der Süsswasser-Schwamm, die *Spongilla*, und da die Bewegungs-Erscheinungen gerade bei diesem Schwamme besonders genau beobachtet worden sind, müssen wir einen Augenblick dabei verweilen. Nach den sehr sorgfältigen und anhaltenden Untersuchungen, welche zahlreiche Beobachter, namentlich aber Grant, Carter und Lieberkühn an der Spongilla angestellt haben, galt dieselbe bisher gewöhnlich als eigentlicher Typus der Spongien-Organisation; und daher glaubte man auch die an ihr beobachteten Bewegungs-Phänomene ohne weiteres auf alle übrigen Spongien übertragen zu dürfen. Wie verhängnissvoll dieser Irrthum für die spätere Spongiologie wurde, habe ich schon in der historischen Einleitung angedeutet (p. 29). Weit entfernt davon, eine

einfache und typische, von der Stammform der Classe wenig abweichende Spongien-Form zu repräsentiren, ist die *Spongilla* vielmehr als eine eigenthümliche Nebenform aufzufassen, welche einem stark differenzirten Seitenzweige der Classe angehört und durch Anpassung an die besonderen Existenz-Bedingungen an den Süsswasser-Aufenthalt vielfach modificirt und theilweise rückgebildet ist. In anatomischer Beziehung zeichnet sie sich namentlich dadurch sehr auffallend aus, dass ihre Exoderm-Zellen nicht mit einander zum Syncytium verschmolzen sind, wie es wohl bei den meisten marinen Spongien und namentlich bei allen Kalkschwämmen der Fall ist. Vielmehr scheint aus den sehr genauen und zahlreichen histologischen Untersuchungen der *Spongilla*, vor Allen aus denjenigen von LIEBERKÜHN, mit Sicherheit hervorzugehen, dass jene Verschmelzung hier nicht stattfindet, und dass an Stelle des Syncytiums bei der Spongilla zeitlebens die selbstständigen, getrennt bleibenden Exoderm-Zellen fungiren. Sie sind die „eigentlichen oder typischen Schwamm-Zellen“, die amoeboiden Zellen, welche nach der allgemein herrschenden Vorstellung den Schwammkörper vorzugsweise constituiren, welche aber bei den meisten übrigen Spongien in dieser selbstständigen Form gar nicht persistiren, sondern zu der Zellfusion des Syncytiums verschmolzen sind.

Dieser wesentliche Unterschied zwischen Spongilla und den übrigen Spongien ist nun aber gerade für die Mechanik derselben von grösster Bedeutung. Denn es ist ohne weiteres klar, dass die Bewegungs-Erscheinungen, welche die einzelne amoeboide „Schwamm-Zelle“ als solche bei *Spongilla* ausführt, als individuelle Zell-Bewegungen bei den andern Spongien gar nicht vorkommen können. Vielmehr bedingt hier die Verschmelzung derselben im Syncytium immer eine gleichzeitige Action vieler innigst verbundener Zell-Individuen, zwischen denen ebenso wenig eine physiologische als eine anatomische Grenze scharf zu ziehen ist. Aus diesem Grunde sind die ausführlichen Angaben, welche GRANT und BOWERBANK, besonders aber CARTER und LIEBERKÜHN, über die Bewegungs-Erscheinungen der Spongillen gemacht haben, nicht ohne weiteres für die übrigen Spongien zu verwerthen. Namentlich sind die vielen, höchst sorgfältigen Beobachtungen, welche LIEBERKÜHN sowohl in seinen früheren, bereits mehrfach citirten Arbeiten (vergl. oben p. 13—16), als auch in einigen neueren, speciell hierauf bezüglichen Aufsätzen [1]) mitgetheilt hat, zum grössten Theile für unsere engere, hier zunächst vorliegende Aufgabe ohne näheres Interesse. Indem ich die Verwerthung dieser Beobachtungen und die Deutung ihrer Beziehungen zur Mechanik der übrigen Spongien späteren Untersuchungen überlassen muss, beschränke ich mich hier darauf, in Kürze die bisherigen

---

1) LIEBERKÜHN, Ueber Bewegungs-Erscheinungen bei den Schwämmen (Arch. f. Anat. Phys. 1863, p. 717, Taf. XIX). — Ueber das contractile Gewebe der Spongien (Arch. f. Anat. Phys. 1867, p. 74, Taf. III, IV). — Ueber Bewegungs-Erscheinungen der Zellen. Marburg 1870 (darin: II. Die contractilen Zellen der Spongillen, p. 9—22).

Erfahrungen über die Bewegungs-Erscheinungen der Kalkschwämme mitzutheilen, welche wahrscheinlich auch für die meisten übrigen Spongien Geltung haben werden.

Die Mechanik der Kalkschwämme kann entweder (nach morphologischen Principien) eingetheilt werden in Mechanik des Entoderms und des Exoderms, oder (nach physiologischen Principien) in automatische und neuromusculäre Mechanik. Zu den automatischen Bewegungen müssen wir die Geisselbewegung und die amoeboide Bewegung rechnen, welche beide zu verschiedenen Zeiten sowohl im Entoderm als im Exoderm vorkommen. Die neuromusculären Bewegungen hingegen werden durch die Contractionen des Syncytiums repräsentirt.

Geisselbewegung.

Die Geisselbewegung *(Motus flagellaris)* ist die einzige Form der Flimmerbewegung *(Motus vibratorius)*, welche bei den Kalkschwämmen und bei den übrigen Schwämmen vorkommt. Die andere Form der letzteren, die Wimperbewegung *(Motus ciliaris)* tritt in dieser Thierclasse niemals auf, da die Flimmerzellen hier immer nur ein einziges langes Flimmerhaar *(Flagellum)*, niemals mehrere kurze Flimmerhaare *(Cilia)* tragen. Dass alle Autoren bei den Spongien von Wimperzellen, Wimperhaaren und Wimperbewegung sprechen, hat nur darin seinen Grund, dass man bisher nicht die beiden verschiedenen Formen der Flimmerbewegung (die Geisselbewegung der einhaarigen Plastiden und die Wimperbewegung der mehrhaarigen Plastiden) gehörig unterschieden hat (vergl. oben p. 132).

Die Geisselbewegung tritt bei den Kalkschwämmen an drei verschiedenen Orten und in drei verschiedenen Functionen auf, nämlich: I. als locomotive Geisselbewegung an den Exoderm-Zellen der schwärmenden Flimmerlarve; II. als nutritive Geisselbewegung an den Entoderm-Zellen des festsitzenden Schwammes; und III. als sexuelle Geisselbewegung an den Spermazellen des geschlechtsreifen Schwammes, welche aus den nutritiven Geisselzellen entstanden sind.

Die locomotive Geisselbewegung der Exoderm-Zellen bei der Flimmerlarve, welche erst als *Planula*, dann als *Gastrula* frei umherschwärmt, beginnt, sobald die gleichartigen Zellen der *Morula* sich in Entoderm und Exoderm differenziren, sobald die dunkeln, runden, grossen Zellen des Inneren sich von den hellen, cylindrisch-prismatischen, kleinen Zellen der Oberfläche scheiden. Jede von diesen letzteren streckt an ihrer freien Aussenfläche einen langen, peitschenförmigen, feinen Protoplasma-Faden hervor, welcher sich schwingend zu bewegen beginnt, und mittelst dieser Geisselbewegungen schwimmt nun die Flimmerlarve frei so lange im Meere umher, bis sie zu Boden fällt und sich als *Ascula* festsetzt. Dann werden die Geisselhaare eingezogen und die nicht mehr flimmernden Zellen des Exoderms verschmelzen mit einander zur Bildung des Syncytium (vergl. oben p. 337, und Taf. 4, Fig. 6, 7; Taf. 13, Fig. 5, 6; Taf. 30, Fig. 8, 9; Taf. 44, Fig. 14, 15). Die Bewe-

gung der schwimmenden Flimmerlarven ist bald rascher, bald langsamer, und scheint nach dem Willen der Larve bald beschleunigt, bald verzögert werden zu können. Das Mundende scheint bei der Bewegung gewöhnlich voranzugehen; ob immer, ist zweifelhaft.

Die Geisselbewegung der nutritiven Entoderm-Zellen scheint, wie schon früher angeführt, erst zu beginnen, nachdem die Flimmerlarve sich festgesetzt und ihre Geisselhaare eingezogen hat. Dann verwandeln sich die dunkeln, rundlichen Entoderm-Zellen, welche die Magenhöhle umschliessen, in hellere Geisselzellen, welche bei den Asconen fast die ganze Oberfläche des Gastrocanal-Systems, bei den Leuconen nur einen Theil der Ramal-Canäle und bei den Syconen nur die Radial-Tuben auskleiden. Die Structur und die Form dieser nutritiven Geisselzellen ist bereits oben ausführlich beschrieben worden (p. 137—144). Die ursprünglich flimmerlosen Zellen strecken an der freien, dem Gastrocanal-Raum zugekehrten Oberfläche ein langes, dünnes, fadenförmiges Pseudopodium aus, und diese Geissel beginnt langsam (und allmählich schneller) peitschenförmig sich zu bewegen und hin und her zu schwingen. An ihrer Basis bildet sich aus dem hyalinen Exoplasma der Geisselzelle der trichterförmige Kragen, in dessen Höhlung die Geissel die Nahrung hineinstrudelt. Die Geisselbewegung dieser Zellen ist die wesentlichste Ursache der Wasserströmung im Spongien-Körper und somit der Ernährung desselben. Die wechselnde Stärke und Geschwindigkeit des ernährenden Wasserstromes, welche vorher (p. 369) bereits erörtert wurde, ist abhängig von der wechselnden Energie der Geisselbewegung dieser Zellen. Wenn diese ihre Bewegungen ganz einstellen, hört die Wasserströmung auf, wie es bei übersättigten Kalkschwämmen der Fall ist. Auch sonst scheint die Geisselbewegung zeitweise ganz eingestellt zu werden, wie bereits vorher angegeben worden ist (p. 371).

Die sexuelle Geisselbewegung der Spermazellen, welche erst bei der eintretenden Geschlechtsreife beginnt, ist einfach als eine besondere Modification der gewöhnlichen Geisselbewegung aufzufassen. Wie die Spermazellen oder Zoospermien selbst nichts Anderes sind, als modificirte Geisselzellen, so ist auch die eigenthümliche Bewegung der ersteren, die Zoospermien-Bewegung, nur als eine Modification der gewöhnlichen Geisselbewegung anzusehen; und wie die frei sich bewegenden Zoospermien gerade bei den Schwämmen durch ihre Grösse und Form nur wenig von den abgelösten, frei umherschwimmenden nutritiven Geisselzellen verschieden erscheinen, so kann man auch die Bewegungs-Erscheinungen dieser beiderlei Geisselzellen kaum unterscheiden. Bei den Kieselschwämmen glaubt Eimer einen solchen Unterschied gefunden zu haben, indem „in einzelnen Fällen die Bewegungen der ausgebildeten Samenfäden mehr den Eindruck des Willkührlichen machten, indem sie unregelmässiger waren, als diejenigen der Fäden der letzteren. Die Bewegungen dieser erschienen als ein regelmässiges Hin- und Herschwingen, in Ver-

bindung mit einer Verkürzung, welche entweder eine Wellenlinie hervorbrachte, oder aber geradezu eine Knickung des Fadens. An den Bewegungen der Samenfäden war dagegen ein Hin- und Herschwingen nicht zu sehen: sie geschahen etwa nach der Art, wie eine Schlange, welche man in der Mitte des Körpers in der Hand hält, Versuche zum Entwischen macht: sie stösst den Kopf heftig nach vorwärts und zieht ihn dann wieder zurück, so dass der Körper eine Wellenlinie bildet. Diese Bewegungen fanden bei den Spermatozoen in sehr lebhafter Weise statt, allein mit oft wechselnder Stärke und nicht gleichsam mechanisch, wie bei den Geisselzellen"[1]). Ich kann diesen von EIMER angegebenen Unterschied nicht für characteristisch halten. Wenigstens war ich nicht im Stande, in den Bewegungen der Spermazellen bei den Kalkschwämmen mehr Willkührliches und Unregelmässiges zu entdecken, als in den Bewegungen der Zoospermien überhaupt auch bei anderen Thieren sich findet, und als auch bei vielen Geisselzellen zu finden ist, welche von ihrem Standorte abgelöst worden sind und nun frei im Wasser umherschwimmen. Im Gegentheil habe ich gerade bei den einzelnen abgelösten Geisselzellen der Kalkschwämme so viel Unregelmässigkeit und Ungleichmässigkeit in ihrer Bewegung gefunden, dass die Supposition eines „freien Willens" als Motiv derselben gerade so gut erlaubt gewesen wäre, wie bei den „willkührlichen" Bewegungen der Flagellaten, Infusorien etc. Ebenso wenig als die schlängelnde Form der wellenförmigen Bewegung zeigt die Geschwindigkeit und Energie derselben bei den Spermazellen und bei den nutritiven Geisselzellen einen durchgreifenden Unterschied. Vielmehr fand ich dieselbe bei den letzteren so wechselnd, dass sie bald die der ersteren übertraf, bald weit hinter ihr zurückblieb. Die Geisselbewegung der freien Spermazellen verhielt sich wie bei anderen Thieren.

Uebergang der Geisselbewegung in amoeboide Bewegung.

In meinen „Beiträgen zur Plastidentheorie" habe ich schon vor einigen Jahren die „Identität der Flimmerbewegung und der amoeboiden Protoplasma-Bewegung" nachgewiesen[2]). Die Beobachtungen, welche mich zur Annahme dieser Identität führten, wurden von mir zum Theil an verschiedenen Kalkschwämmen während meines Aufenthaltes an der norwegischen Küste (1869), zum Theil schon früher an verschiedenen niederen Organismen angestellt. Als ich im December 1866 auf der canarischen Insel Lanzerote die Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren untersuchte, bemerkte ich amoeboide Bewegungen an den Furchungszellen, welche die Oberfläche der Morula bei *Physophora*, *Crystallodes*, *Athorybia* u. s. w. bedeckten.

---

1) EIMER, Nesselzellen und Samen bei Seeschwämmen. Archiv f. mikrosk. Anat. 1872, Bd. VIII, p. 291.

2) HAECKEL, Biologische Studien. Erstes Heft: Studien über Moneren und andere Protisten. Leipzig 1870. p. 127; p. 25; Taf. I, Fig. 5, 6; Taf. VI, Fig. 5, 6.

Die oberflächlichen Furchungskugeln streckten nach Art der Amoeben kurze, stumpfe, fingerförmige Fortsätze hervor, welche ihre Form vielfach wechselten und sich allmählig in dünne und spitze, schneller schlagende Cilien verwandelten[1]). Im Januar 1867 beobachtete ich ebendaselbst die Biogenie des höchst interessanten Moneres, welches ich als *Protomyxa aurantiaca* in meiner „Monographie der Moneren" beschrieben habe (Biolog. Stud. p. 10, Taf. I). Bei dieser merkwürdigen Protisten-Form entstehen aus den Sporen flagellate Cytoden, welche sich nachher direct in amoeboide Cytoden verwandeln. Zwei Jahre später (1869) beobachtete ich auf der norwegischen Insel Gis-Oe eine andere Protisten-Form (*Magosphaera planula*), bei welcher die birnförmigen Wimperzellen, die den kugeligen Körper zusammensetzen, sich aus amoeboiden Zellen entwickeln, eine Zeit lang mittelst Wimperbewegung umherschwimmen und dann wieder in kriechende amoeboide Zellen sich verwandeln[2]). Ebendaselbst konnte ich dann gleichzeitig die Identität der Flimmerbewegung und der amoeboiden Bewegung an den Geisselzellen der Kalkschwämme nachweisen. Diese Identität zeigt sich hier in zweifach verschiedener Weise, erstens nämlich darin, dass ursprünglich amoeboide Zellen sich in Geisselzellen umbilden, und zweitens darin, dass Geisselzellen sich wieder in amoeboide Zellen verwandeln.

Die Verwandelung der amoeboiden Bewegung in die Geisselbewegung findet bei den Kalkschwämmen mehrfach statt, und wiederholt sich wahrscheinlich vielfach während ihrer ganzen Lebensdauer. Zum ersten Male geschieht dieselbe bei der Differenzirung der Morula, indem die amoeboiden Zellen an der Oberfläche des brombeerförmigen, kugeligen Zellenhaufens in Geisselzellen übergehen, und so das Exoderm bilden, während die unveränderten Zellen im Inneren das Entoderm herstellen. Zum zweiten Male geschieht jene Verwandelung, nachdem die schwärmende Flimmerlarve ihre frei schwimmende Lebensweise aufgegeben und sich festgesetzt hat. Dann beginnen die bis dahin flimmerlosen Entoderm-Zellen ihre langen Geisselhaare auszustrecken und gehen in die nutritiven Geisselzellen des Gastrocanal-Systems über. Endlich geschieht drittens wahrscheinlich dieselbe Verwandelung (vielleicht sehr häufig!), wenn die Geisselbewegung (bei gesättigtem Zustande) eine Zeit lang still gestanden hat und dann wieder beginnt. Das Wesentliche dieses Verwandelungs-Processes besteht immer darin, dass das contractile Protoplasma der Zelle statt der mehrfachen, kurzen und stumpfen Fortsätze, welche an seiner Oberfläche vortreten, und welche sich nur sehr langsam und unregelmässig bewegen, einen einzigen, langen und haarfeinen Fortsatz ausstreckt, welcher sich als „Geissel" rasch und regelmässig hin und her schwingend oder wellenförmig bewegt.

---

1) Haeckel, Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren. Utrecht. 1869. Taf. VI, Fig. 36; Taf. XIV, Fig. 93.

2) Haeckel, Die Catallacten, eine neue Protisten-Gruppe. Biolog. Studien, I. Heft, p. 137, Taf. V, Fig. 11—20. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Nat. VI. Bd. 1871. p. 16.

Damit ist zugleich die Bildung des Halses und des Trichters an der Basis der Geisselzelle verbunden, welche früher bereits ausführlich geschildert ist (p. 141).

Die Verwandelung der Geisselbewegung in amoeboide Bewegung findet bei den Kalkschwämmen ebenfalls mehrfach statt, und wahrscheinlich auch vielfach wiederholt während ihres ganzen Lebens. Zum ersten Male geschieht diese Verwandlung, wenn die schwimmende Flimmerlarve *(Gastrula)* ihre freie Ortsbewegung aufgiebt und sich auf dem Meeresboden festsetzt. Dann ziehen die flimmernden Geisselzellen ihre Geisseln ein und verschmelzen mit einander zur Bildung des Syncytiums; die Bewegungsform dieses letzteren ist in einzelnen isolirten Stücken die amoeboide, während sie bei der Contraction des Ganzen bereits als neuromusculäre betrachtet werden kann. Zweitens findet jene Verwandelung regelmässig bei der Eibildung statt. Die Eizellen sind, wie ich oben gezeigt habe, exquisit amoeboide Zellen, welche in Zusammensetzung, Tracht und Bewegungsweise geradezu nicht von echten Amoeben unterschieden werden können (vergl. oben p. 155, 156). Diese amoeboiden Eier entstehen aber unmittelbar aus einzelnen Geisselzellen des Entoderm, welche sich beträchtlich vergrössern und ihre bewegliche Geissel einziehen. Drittens endlich geschieht dieselbe Verwandlung (wahrscheinlich sehr häufig), wenn der Schwamm in völlig mit Nahrung gesättigtem oder überfüttertem Zustande die Wasserströmung einstellt und durch Verschluss der Poren und Oscula sich zugleich nach aussen abschliesst. Während dieses Ruhezustandes stehen die Geisseln der nutritiven Geisselzellen nicht allein still, sondern sie werden völlig in das Endoplasma derselben zurückgezogen, so dass auch die ganze Zelle sich individuell im Ruhezustande befindet, jedoch im Stande bleibt, amoeboide Fortsätze auszustrecken.

Während in den angeführten Fällen der Uebergang der Geisselbewegung in amoeboide Bewegung unter völlig physiologischen Verhältnissen im Körper des lebenden Thieres stattfindet, kann man denselben ausserdem auch in ausgezeichneter Weise leicht beobachten, wenn man Stücke des Entoderms stark mit Nadeln zerzupft und dieses Zerzupfungspräparat bei starker Vergrösserung längere Zeit hindurch beobachtet. Bald schon nach einigen Minuten, bald erst nach längerer Zeit beginnen dann einzelne oder viele Geisselzellen Fortsätze auszustrecken und wieder einzuziehen, welche sich ganz gleich den Pseudopodien gewisser Amoeben (namentlich *Amoeba radiosa)* verhalten (vergl. Taf. 1, Fig. 8A—J; Taf. 25, Fig. 6). Oft sieht man dieselben an zusammenhängenden Zellenreihen.

Die Bildung dieser amoeboiden Pseudopodien kann bisweilen schon stattfinden, während noch die Geissel sich in schwingender Bewegung befindet. Insbesondere kann man nicht selten beobachten, dass eine Geisselzelle an dem basalen (dem Halse entgegengesetzten) Theile, mit welchem sie vorher der inneren Fläche des Exoderm aufsass, sich kegelförmig zuspitzt, und in einen längeren oder kürzeren Fortsatz auszieht, mit welchem sie sich dann an Nadeln, oder andere Gegenstände, die in

dem Präparate liegen, festheftet (Taf. 1, Fig. 8D). Wenn nun die Schwingung der Geissel ununterbrochen fortdauert, so bewegt sich die angeheftete Geisselzelle, welche an jenem basalen Fortsatze gewissermassen vor Anker liegt, rotirend in der Fläche eines Kegel-Mantels, dessen Spitze die Anheftungsstelle ist; der Rand des Kragens beschreibt die Peripherie der Kegelgrundfläche. Andere Male findet man schwingende Zellen, deren Geissel sich lebhaft bewegt, während sie an der Basis zwei oder mehrere spitze Pseudopodien ausstrecken (Taf. 1, Fig. E, F). Gewöhnlich aber hört die Geisselbewegung bald auf, sobald die amoeboide Bewegung und die Pseudopodien-Bildung beginnt. Die Geissel wird eingezogen, der Kragen und der Hals des Exoplasma verstreichen, die längliche, cylindrisch-konische Gestalt der Geisselzelle geht in eine rundliche oder subsphärische über, und nun beginnen überall auf der Oberfläche des Exoplasma feine, langsam sich bewegende Fortsätze aufzutreten, welche ihre Grösse, Gestalt und Zahl langsam ändern. Bald sind nur 2—4, bald 5—10 oder noch mehr Fortsätze gleichzeitig sichtbar. Meistens erscheinen diese Pseudopodien zugespitzt, mehr oder weniger kegelförmig (Taf. 25, Fig. 6). Seltener werden sie stumpf, fingerförmig, mit abgerundetem Ende (Taf. 1, Fig. H, I), Meistens sind sie einfach, seltener getheilt oder in mehrere Aeste gespalten. Bisweilen kann man an einer und derselben Zelle spitze und stumpfe, einfache und verästelte Fortsätze neben einander erblicken. Gewöhnlich erlischt das mannichfaltige Spiel dieser veränderlichen Pseudopodien schon nach kurzer Zeit, nach einer Viertelstunde oder einer halben Stunde. Wenn man aber unter dem Deckgläschen des Präparates nicht zu wenig Seewasser hat und wenn man dieses durch Umlegen einer Fettschicht um den Rand des grossen Deckgäschen vor Verdunstung schützt, kann man in dieser feuchten Kammer das veränderliche Spiel der formwechselnden Fortsätze bisweilen stundenlang beobachten.

Ebenso wie an den einzelnen Zellen kann man dasselbe auch an Zellengruppen wahrnehmen. Bisweilen verbindet sich eine Anzahl von isolirten Geisselzellen zu einem Volvocinen-ähnlichen Körper, indem sie alle an dem der Geissel entgegengesetzten basalen Ende einen spitzen konischen Fortsatz ausstrecken und indem alle diese Fortsätze in einem Mittelpunkte sich verbinden. Durch die combinirten Schwingungen der Geisseln an der Oberfläche dieses kugeligen Zellen-Aggregates wird dasselbe dann wie eine Uvella rotirend im Wasser umhergetrieben[1]). Endlich kommen auch bisweilen abgelöste kleinere oder grössere Epithelial-Fetzen oder Lappen des Entoderms zur Ansicht, bei welchen die noch im Zusammenhang befindlichen Geisselzellen an der ursprünglichen Geisselfläche statt der schwingenden Geisseln zahlreiche vielgestaltige Pseudopodien zeigen. An einzelnen solcher Lappen kann man auch

1) Diese frei schwimmenden kugeligen Gruppen von Geisselzellen sind es vielleicht, welche CARTER zu der wunderlichen Vorstellung verführt haben, dass die Geisselkammern äusserlich, nicht innerlich flimmern (vergl. oben p. 232).

gleichzeitig Pseudopodien-Bildung an der entgegengesetzten Fläche des Entoderms wahrnehmen, mit welcher dasselbe dem Exoderm aufsass. Endlich kann es auch vorkommen, dass solche Epithelial-Fetzen an der canalen Fläche noch Geisselbewegung zeigen, während sie an der entgegengesetzten exodermalen Fläche bereits Pseudopodien zu bilden beginnen.

Die Ursachen dieser verschiedenartigen Bewegungs-Erscheinungen sind wahrscheinlich in bestimmten Vorgängen des Stoffwechsels zu suchen, welche direct oder indirect zu veränderten äusseren Existenzbedingungen in Beziehung stehen. Darauf deuten die verschiedenartigen Umstände hin, unter welchen der eben beschriebene Uebergang von Geisselzellen in amoeboide Zellen und umgekehrt die Verwandelung der amoeboiden Zellen in Geisselzellen stattfindet. Für die zuletzt beschriebenen Bewegungs-Veränderungen an isolirten Geisselzellen und Gruppen von solchen sind ausserdem die Umstände der Präparation in Betracht zu ziehen. In einzelnen Fällen, in welchen ich Zerzupfungs-Präparate in einer geringen Wasser-Menge ohne Deckglas bei starker Vergrösserung beobachtete, trat die Verwandlung der Geisselzellen in amoeboide Zellen schon nach wenigen Minuten ein, und hier liegt es nahe, daran zu denken, dass vielleicht schon die durch Verdunstung rasch eingetretene Concentration des Seewassers, der stärkere Salzgehalt die Ursache der Verwandelung war. Ausserdem dürfte in Erwägung zu ziehen sein, in wie weit das langsame oder theilweise Absterben der Geisselzellen dabei mitwirkt.

Alle die angeführten Bewegungs-Erscheinungen und namentlich die zuletzt erörterten habe ich zuerst im August und September 1869 an norwegischen Kalkschwämmen in Bergen und auf der Insel Gis-Oe beobachtet, und später auf der dalmatischen Insel Lesina diese Beobachtungen vielfach wiederholt. Dieselbe Verwandlung der isolirten Geisselzellen in amoeboide Zellen hat ausserdem auch später (1871) an Kalkschwämmen der englischen Küste Carter beobachtet.[1])

Amoeboide Bewegung.

Die eigenthümlichen Bewegungs-Erscheinungen des Protoplasma, welche unter dem Namen der amoeboiden bekannt sind, und welche im Wesentlichen wirklich denjenigen der echten Amoeben gleichen, kommen bei allen Spongien in sehr ausgedehntem Maasse vor und werden gewöhnlich als Sarcode-Bewegungen zusammengefasst. Indessen ist es offenbar aus morphologischen wie aus physiologischen Gründen gerechtfertigt, die amoeboiden Bewegungen im engeren Sinne, welche von dem Protoplasma einzelner Zellen und Zellen-Fragmente ausgeführt werden, zu trennen von den Contractionen der Sarcodine im Syncytium, welche wir nachher als neuromusculäre gesondert betrachtet werden.

1) Carter, Annals and Mag. of nat. hist. 1871, vol. VIII, p. 11, 13; Pl. II, Fig. 17—28.

Die amoeboiden Bewegungen im engeren Sinne, welche bei den Kalkschwämmen vorkommen, sind schon im Vorstehenden grösstentheils erwähnt worden, da sie meistens entweder aus der Geisselbewegung hervorgehen oder sich in letztere verwandeln können. Ausserdem kommen jedoch noch amoeboide Bewegungen an der Sarcodine des Exoderm vor. Ebenso wie die Geisselbewegung, kann auch die amoeboide Bewegung sowohl im Exoderm als im Entoderm auftreten.

Unter den amoeboiden Bewegungs-Erscheinungen der Entoderm-Zellen sind vor allen diejenigen der Eizellen hervorzuheben. Diese Zellen, (die grössten, welche im Spongien-Körper vorkommen) bewegen sich bei vielen Spongien so lebhaft nach Art von Amoeben, dass sie sehr leicht mit solchen verwechselt werden könnten. Wahrscheinlich sind auch, wie bereits bemerkt, manche von den wandernden Zellen, welche von verschiedenen Autoren als „parasitische Amoeben in Schwämmen" beschrieben worden sind, in Wirklichkeit die Eier dieser letzteren gewesen. Die Pseudopodien, welche diese Eizellen ausstrecken, sind an Zahl, Grösse und Form äusserst verschieden, und bereits oben (p. 155, 156) beschrieben worden (vergl. die dort citirten Figuren auf Taf. 1, 7, 11, 13, 25, 30, 41). Auf dem Objectträger kriechen die isolirten Eizellen gewöhnlich mit der mittleren Geschwindigkeit grösserer Amoeben umher. Im Parenchym der Magenwand können dieselben mittelst dieser Bewegungen activ ihren Ort verändern und von ihrer Bildungsstätte, dem Entoderm, in das Exoderm hineinkriechen, wie namentlich bei den Leuconen sehr deutlich zu verfolgen ist (vergl. oben p. 159 und Taf. 25, Fig. 3g). Bei vielen Kalkschwämmen werden wahrscheinlich die reifen Eizellen auf diese Weise aus dem Körper herauskriechen, um sich ausserhalb desselben zu entwickeln.

Ebenso wie die Eizellen sind auch die aus ihnen hervorgehenden Furchungszellen im Stande amoeboide Bewegungen auszuführen; doch sind hier die Formveränderungen, welche in Folge derselben eintreten, wenig beträchtlich; abgesehen natürlich davon, dass auch die fortgesetzte Zweitheilung dieser Zellen als eine Folge der Contractilität des Protoplasma anzusehen ist. Die amoeboiden Bewegungen, welche die nutritiven Geisselzellen des Entoderm unter gewissen Umständen ausführen, sind schon vorher beschrieben worden.

Im Exoderm sind amoeboide Bewegungen bei den reifen und entwickelten Kalkschwämmen in unverletztem Zustande nicht wahrzunehmen, wenn man die sogleich zu beschreibenden Contractionen des Syncytium nicht unter diese Kategorie bringen will. Hingegen sind die einzelnen Stücke des Syncytium, welche man beim Zerschneiden oder Zerzupfen des lebenden Kalkschwammes mit Messer oder Nadel erhält, fähig, amoeboide Bewegungen auszuführen. Ich habe solche sehr häufig an isolirten Stückchen des Syncytium von sehr verschiedener Grösse beobachtet: an ganz kleinen Fragmenten der Sarcodine, welche kleiner als eine Geisselzelle waren und keinen Kern enthielten, und also den Formwerth einer Cytode besassen (Taf. 1,

Fig. 4); an grösseren Fetzen, welche einen Kern enthielten und so eine amoeboide Zelle vorspiegelten (Taf. 1, Fig. 5; Taf. 25, Fig. 8a) und an noch grösseren Sarcodine-Stückchen, welche zwei oder mehrere Kerne enthielten (Taf. 1, Fig. 6; Taf. 25, Fig. 8b). Auch Lappen des Exoderm, welche in dem Syncytium noch eine oder mehrere Nadeln umschlossen, zeigten bisweilen an ihrer Peripherie die Bildung von veränderlichen, langsam sich bewegenden Fortsätzen, ähnlich den Pseudopodien der Amoeben. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass die automatische Bewegungs-Fähigkeit des Exoderms lediglich an die Sarcodine gebunden und ganz unabhängig von den Kernen derselben ist.

Im Anschluss an diese „amoeboiden Bewegungen" der isolirten Sarcodine-Stückchen mag hier noch eine andere Bewegungs-Erscheinung besprochen werden, welche ebenfalls als Pseudopodien-Bildung der Sarcodine betrachtet werden muss, welche aber in ihren Ursachen und in ihrer Bedeutung höchst räthselhaft erscheint. Ich habe diese merkwürdige Erscheinung zuerst vereinzelt im September 1869 in Norwegen und dann wiederholt im März 1871 in Dalmatien beobachtet. Wenn man von lebenden Kalkschwämmen, welche ganz frisch aus dem Meere genommen wurden, dünne Schnitte anfertigt und diese mit Nadeln schnell stark zerzupft, dann dieses Präparat in der feuchten Kammer bei sehr starker Vergrösserung betrachtet, so bemerkt man häufig (aber keineswegs immer!), dass einzelne isolirte Kalknadeln mit einer Masse äusserst feiner Fäden bedeckt sind, welche dicht gedrängt und senkrecht von der Oberfläche der Nadel abstehen. Es sieht aus, als ob die Nadel verschimmelt und mit einem dichten Walde feiner Pilzfäden bedeckt wäre (Taf. 25, Fig. 9; Taf. 48, Fig. 10). Die Fäden sind ganz gerade oder nur sehr schwach wellenförmig gebogen, einfach, ungetheilt und unverästelt, von sehr verschiedener Länge, meistens ungefähr so lang oder wenig länger, als die Dicke der Nadel, bisweilen aber auch länger als die Länge derselben. Der Dickendurchmesser ist unmessbar klein, und so gering, dass man erst bei einer Vergrösserung zwischen 500 und 700 derselben überhaupt ansichtig wird. Auch bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen (1600—2000) konnte ich keinen doppelten Contour und auch keinerlei Structur an denselben wahrnehmen. Auch Veränderungen der Grösse und Form (die übrigens sehr schwierig in dem dichten Flaum der Fadenmassen zu constatiren sein werden) konnte ich nicht sicher beobachten. Wenn das Wasser durch leichten Druck auf das Deckgläschen in Bewegung gesetzt wurde, flottirten die Fäden ein wenig hin und her und zeigten sich biegsam. Bei Nachlass des Druckes kehrten sie wieder in ihre ursprüngliche Stellung (senkrecht auf die Oberfläche der Nadel) zurück. Der Einfluss des Druckes auf die Fäden selbst liess sich nicht verfolgen, da immer nur diejenigen Fäden deutlich sichtbar waren, welche von dem Profil-Rande des Spiculum (parallel der Fläche des Objectträgers) abstanden, und welche durch dessen Dicke geschützt waren. Durch dieselben Reagentien, welche auf die Sarcodine zerstörend

wirkten, wurden auch die Fäden zerstört. In sehr vielen Präparaten von ganz frischen Kalkschwämmen habe ich ganz vergeblich nach dem Faden-Flaum auf den isolirten Nadeln gesucht, während er in anderen Fällen bei Anwendung der gehörigen Vergrösserung bald sichtbar wurde. Die Bedingungen seiner Erscheinung blieben mir völlig unbekannt.

Die einzig mögliche Deutung dieser räthselhaften Erscheinung scheint mir die Annahme zu sein, dass an den durch Zerzupfen isolirten Nadeln ein sehr dünner Ueberzug von Sarcodine zurückbleibt, und dass diese die Fäden ausschickt. Die Fäden würden demnach als äusserst feine haarförmige Pseudopodien aufzufassen sein. Dass die Bildung derselben auch an der Dermalfläche von lebenden Kalkschwämmen unter gewissen Umständen stattfindet, wage ich nicht mit Sicherheit zu behaupten, obgleich einige Male bei Asconen, welche unverletzt bei sehr starker Vergrösserung untersucht wurden, die ganze glatte Oberfläche des Exoderm mit einem dichten Flaum von äusserst feinen Häärchen bedeckt zu sein schien. In meiner ersten Mittheilung über diese Erscheinung hatte ich angegeben, dass „besondere Neigung zur Bildung eines solchen Protoplasma-Pelzes die Exoderm-Scheiden zeigen, welche die isolirten Spicula umgeben“. Dies ist nicht so zu verstehen, als ob die Pseudopodien-Bildung von den Spicula-Scheiden ausginge. Vielmehr ist anzunehmen, dass sie von einer dünnen, festflüssigen Sarcodine-Schicht ausgeht, die wie ein dünner Schleim-Ueberzug die eigentlichen Spicula-Scheiden umhüllt. Ausdrücklich mag noch hervorgehoben werden, dass die fraglichen Pseudopodien nicht etwa mit feinen Fadenpilzen zu verwechseln sind, welche nicht selten bei stacheligen oder behaarten Kalkschwämmen in dichten Massen aussen auf den frei vorragenden Stabnadeln gefunden werden. Diese Fadenpilze, obwohl sehr fein, erscheinen bei einer Vergrösserung von 700—1600 deutlich doppelt contourirt und gegliedert, auch meistens verbogen und nicht so gerade, wie die viel dünneren, senkrecht und gerade abstehenden Pseudopodien.

B. Neuromusculäre Bewegungen.

(Contractionen des Syncytium).

Verschieden von allen bisher erörterten Bewegungs-Erscheinungen sind diejenigen, welche das Syncytium als Ganzes oder in einzelnen Theilen des lebenden Schwammes als „Contraction“ ausführt, und welche wir allgemein als Syncytium-Contractionen bezeichnen wollen. Gewöhnlich werden dieselben als „Bewegungs-Erscheinungen der Sarcode oder der contractilen Substanz“ der Spongien bezeichnet. Indessen fallen auch mehrere der vorher beschriebenen automatischen Bewegungen in diese Kategorie. Richtiger könnte es vielleicht scheinen, dieselben als Muskelbewegungen zu bezeichnen.

In der That sind die Bewegungs-Erscheinungen der glatten Muskeln diejenigen, welche den Syncytium-Contractionen, oder wenigstens einem Theile derselben, am nächsten verwandt erscheinen. Auch ist, wie schon früher erwähnt, das glatte Muskelgewebe dasjenige, welches in chemischer Beziehung am meisten mit dem Syncytium übereinzustimmen scheint.

Man würde das contractile Syncytium der Kalkschwämme geradezu als eine besondere Form des Muskel-Gewebes und demgemäss auch seine Contractionen als Muskel-Contractionen auffassen können, wenn dasselbe nicht ausserdem zugleich die Functionen des Nervensystems und der Sinnesorgane, sowie die der schützenden Hautdecke und des skeletbildenden Gewebes verträte. Mit Rücksicht auf diese Bedeutung als gleichzeitiger Repräsentant des Nerven- und Muskel-Systems ist es aber wohl richtiger, das Syncytium Neuromuskel-Substanz zu nennen, in ähnlichem Sinne, wie KLEINENBERG bei der Hydra das entsprechende Gewebe des Exoderm genannt hat [1]).

Wirkliche Muskeln, im eigentlichen scharf begrenzten Sinne des Begriffes, sind dadurch charakterisirt, dass ihre Function ausschliesslich eine bestimmte Bewegungs-Form ist, und zwar eine echte „Contraction", eine einseitige Bewegung, „welche stets als Verkürzung unter Zunahme des Querschnitts sich darstellt" (l. c. p. 55). Echte Muskeln finden sich auch nur im Körper solcher Thiere, welche zugleich Nerven besitzen. Die Entstehung der beiderlei Organe, welche sich gegenseitig bedingen, beruht auf der Ausprägung eines Gegensatzes zwischen beiden; auf einer Differenzirung der beiderlei Organe, welche ursprünglich in einer und derselben einfachen Grundlage vereinigt sind. Diese Grundlage ist das Neuromuskel-Gewebe. Bei den Spongien hat bisher noch kein Beobachter Nerven gefunden oder die Existenz von solchen behauptet. Vielmehr stimmen alle Spongiologen in der Annahme überein, dass ein differenzirtes Nerven-System und specifische Sinnes-Organe diesen Thieren fehlen. Hingegen ist die Existenz von Muskeln in ihrem Körper schon mehrfach behauptet und neuerdings von KÖLLIKER [2]) und OSCAR SCHMIDT [3]) vertreten worden. Wenn nun auch wirklich die contractilen Fasern, welche diese beiden Beobachter bei einigen Schwämmen gefunden zu haben glauben, und welche sie als Muskelfasern deuten, keine Kunstproducte sind, so dürfen sie doch nicht als Muskeln, sondern müssen als Neuromuskeln bezeichnet werden, so lange wenigstens als noch keine Nerven im Körper derselben Schwämme nachgewiesen sind.

Wenn wir nun hier bei den Kalkschwämmen die Contractionen der „contractilen Substanz" des Syncytium vorläufig als „Neuromusculäre Bewegungen" im obigen Sinne bezeichnen, so soll damit namentlich ihr Gegensatz zu den vorher ange-

1) N. KLEINENBERG, Hydra. Eine anatomisch-entwickelungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872. p. 23.

2) KÖLLIKER, Icon. histolog. 1864, I. Heft, p. 48.

3) OSCAR SCHMIDT, Adriat. Spong. II. Supplem. 1866, p. 3.

führten automatischen Bewegungs-Erscheinungen hervorgehoben werden. Ob sie aber wirklich jenen Namen verdienen, muss erst noch die genauere physiologische Untersuchung, namentlich ihres electrischen Verhaltens, lehren. Dass diese Bewegungen, rein äusserlich betrachtet und mit den Bewegungen glatter Muskeln verglichen, den Namen von Contractionen verdienen, muss auch noch näher bewiesen werden, wenn man diesen Begriff in dem scharf begrenzten Sinne nimmt, welchen ihm KLEINENBERG (l. c. p. 55) mit Recht beilegt. Da ich jedoch ausser Stande war, eingehende und zeitraubende Untersuchungen über diesen Gegenstand (welche jedenfalls ausserordentlich schwierig sein werden!) an lebenden Kalkschwämmen anzustellen, und namentlich ihr electrisches Verhalten schärfer zu prüfen, so will ich einstweilen mich jener Bezeichnung ohne Präjudiz bedienen. Jedenfalls zeigen die dünnen Sarcodine-Lamellen, welche durch ihre Contraction den Verschluss der Hautporen, der Gastral-Ostien und der Oscula vermitteln, oft die grösste Aehnlichkeit mit einem dünnen Schliessmuskel (z. B. der Iris), welcher aus concentrischen circulären und aus radialen Bündeln von glatten Muskelfasern zusammengesetzt ist. Auch contractile Membranen, welche aus einem Geflecht oder Netz von glatten Muskelfasern bestehen, zeigen offenbare Analogien.

Die neuromusculären Bewegungs-Erscheinungen oder die „Contractionen", welche gewöhnlich an dem Syncytium lebender Kalkschwämme wahrgenommen werden, sind dieselben, welche auch an der „Sarcode" der Hornschwämme und Kieselschwämme von verschiedenen Beobachtern wahrgenommen, namentlich aber von BOWERBANK [1]) und von O. SCHMIDT [2]) ausführlich beschrieben worden sind. Nur bezüglich der Intensität und Geschwindigkeit scheinen die verschiedenen Kalkschwämme manche Unterschiede darzubieten. Im Allgemeinen scheinen die lebhaftesten Contractionen bei den Syconen, die trägsten bei den Leuconen vorzukommen, während die Asconen zwischen Beiden die Mitte halten. Bezüglich der verschiedenen Contractionen ist es wohl am zweckmässigsten, totale und partielle Contractionen zu unterscheiden. Die ersteren betreffen eine ganze Person oder auch einen ganzen Stock, die letzteren nur einen Theil einer Person.

Totale Contractionen des Syncytium.

Die totalen Contractionen sind bei den Kalkschwämmen gewöhnlich nur schwer direct wahrzunehmen, da sie sehr langsam und allmählich geschehen. Man überzeugt sich aber von ihrer Existenz, wenn man eine und dieselbe Person zu verschiedenen Zeiten genau misst. Sowohl die Peripherie als der Längs-Durchmesser zeigen dann Differenzen, welche allerdings meistens unbeträchtlich sind. Die bezüglichen Versuche habe ich in der Weise angestellt, dass ich eine und dieselbe Per-

1) BOWERBANK, Brit. Spong. Vol. I, 1864, p. 88—112.

2) O. SCHMIDT, Adriat. Spong. I. Supplem. 1864, p. 1—4; II. Supplem. 1866, p. 3.

son abwechselnd in Gefässe brachte, welche Wasser von verschiedener Temperatur und Reinheit enthielten. Wenn ein Kalkschwamm, der längere Zeit bereits in einem kleinen Gefässe mit warm gewordenem Wasser gelegen und den darin enthaltenen Sauerstoff grossentheils verbraucht hatte, wieder in ein grösseres Gefäss mit frischem und kühlem Seewasser gebracht wurde, so erfolgte regelmässig nach einiger Zeit eine totale Ausdehnung des Körpers, welche eine messbare Differenz gegen den früheren, stark contrahirten Zustand ergab. Umgekehrt zeigte ein Kalkschwamm, welcher frisch von seinem Standort aus dem Meere in ein enges Gefäss mit abgestandenem oder verunreinigtem Seewasser gelegt wurde, nach einiger Zeit einen Volums-Verlust, der sowohl auf Verkürzung des longitudinalen als des transversalen Durchmessers beruhte. In seltenen Fällen gelingt es, unmittelbar die totale Contraction an Kalkschwämmen wahrzunehmen, welche in höchst ausgedehntem Zustande mechanisch oder chemisch gereizt werden. Immer stellt sich aber diese Bewegung als eine höchst träge und langsame dar, und das Volum ändert sich dabei nur sehr unbeträchtlich.

Ebenso wie die einzelne Person des solitären Kalkschwammes, so kann auch der ganze sociale Complex des aus mehreren Personen zusammengesetzten Stockes unter den angegebenen Umständen eine totale Contraction ausführen. Bei einigen Ascon-Stöcken habe ich mich hiervon überzeugt; sie verhielten sich ganz ähnlich, wie Hydroiden-Stöcke, deren sämmtliche Personen sich auf einen gemeinsamen äusseren oder inneren Impuls gleichzeitig contrahiren. Dem entsprechend ist auch wohl nicht daran zu zweifeln, dass an einem Calcispongien-Stocke die totale Contraction auf eine einzelne Person oder auf eine Personen-Gruppe beschränkt bleiben kann, während sich andere Personen desselben Stockes nicht contrahiren.

Partielle Contractionen des Syncytium.

Die partiellen Contractionen des Syncytium, welche nur einen Theil einer Person betreffen, sind viel leichter als die totalen wahrzunehmen, erfolgen bedeutend häufiger und rascher und sind bereits mehrfach beschrieben worden. Sie bewirken meistens die Erweiterung oder Verengerung, die Eröffnung oder den Verschluss von Theilen des Gastrocanal-Systems: von den Hautporen oder Dermal-Ostien, den Magenporen oder Gastral-Ostien und der Mundöffnung oder dem Osculum.

Der Verschluss der Hautporen oder der Dermal-Ostien ist unter den angeführten Contractions-Phänomenen am leichtesten zu beobachten, besonders an Asconen, von denen man kleinere Individuen ganz unverletzt in ihren natürlichen Verhältnissen unter das Mikroskop bringen kann. Auch die abgeschnittenen freien Radial-Tuben von Syconen des Syconaga-Typus sind dazu sehr tauglich, weniger Schnitte von anderen Syconen und am wenigsten Schnitte von der Dermalfläche der Leuconen.

Wenn die Poren der frisch aus dem Meere genommenen Kalkschwämme weit geöffnet sind, kann man ihren Verschluss künstlich herbei führen, indem man die Der-

malfläche einem chemischen oder mechanischen Reize aussetzt, oder indem man den Schwamm in wärmeres oder abgestandenes Wasser legt. Bei manchen Kalkschwämmen schliessen sich auch die Poren beim Zutritt der Luft, sobald man den Schwamm aus dem Wasser genommen hat. Bei vielen littoralen Kalkschwämmen, welche innerhalb der Ebbe-Marken oder Fluth-Grenzen wohnen, und welche regelmässig bei eintretender Ebbe der athmosphärischen Luft ausgesetzt werden, scheint ebenso regelmässig der völlige Verschluss der Poren und Oscula einzutreten. Dass derselbe auch im gesättigten oder überfütterten Zustande eintritt, ist bereits vorher erwähnt. Ausserdem kann man aber auch die Eröffnung und den Verschluss der Hautporen in vielen Fällen unter dem Mikroskope (besonders bei Asconen) wahrnehmen, ohne dass die erregende Einwirkung einer äusseren Ursache als directer Reiz unmittelbar ersichtlich ist. Diese Bewegungen sind es vorzüglich, welche unter die Kategorie der willkührlichen gerechnet werden können.

Die Contraction des Syncytium, welche den Verschluss der geöffneten Hautporen herbeiführt, hat am meisten Aehnlichkeit mit der Contraction eines Ringmuskels. Die kreisrunde oder länglichrunde Oeffnung des Porus wird unter dem Auge des Beobachters langsam enger und enger, und verschwindet endlich ganz, indem ihre Ränder völlig zusammenfliessen. Nach erfolgtem totalen Verschluss ist keine Spur der früheren Oeffnung mehr sichtbar. Entsteht dann nachher an derselben Stelle ein neuer Porus, so scheint die dünne Sarcodine-Lamelle plötzlich an dem Puncte des geringsten Widerstandes zu platzen; das so entstandene Loch wird langsam grösser und nimmt eine kreisrunde oder länglichrunde Form an, während das Syncytium in seiner Peripherie sich verdickt. Wenn die Spicula in der Umgebung des Porus ihre frühere Lage unverändert beibehalten haben, kann der neue Porus genau an derselben Stelle entstehen, an welcher der vorige lag. Wenn hingegen die Spicula inzwischen ihre frühere Lage verändert haben, entsteht der neue Porus gewöhnlich an einer anderen Stelle als der vorige; oder es können auch gleichzeitig zwei oder drei (selten mehr) Hautporen sich bilden, wo früher ein einziger bestand, und umgekehrt. Wenn sich die constanten Dermal-Ostien schliessen (was ich niemals beobachtet habe, was aber wahrscheinlich oft stattfinden wird), so wird vermuthlich der Verschluss in derselben Weise, wie bei den unbeständigen Hautporen stattfinden. Die Wiedereröffnung des constanten Ostium wird aber genau an derselben Stelle wie der Verschluss desselben stattfinden.

Der Verschluss der Magenporen und der Gastral-Ostien fällt bei den Asconen mit dem Verschluss der Hautporen zusammen, da in dieser Familie die einfachen unbeständigen Lochcanäle oder Poral-Tuben gleichzeitig Hautporen und Magenporen sind. Bei den Leuconen und Syconen hingegen verhält sich dies anders. Bei den Leuconen ist es überhaupt zweifelhaft, ob die grösseren constanten Gastral-Ostien der Ramal-Canäle, wenn sie einmal eine gewisse Beständigkeit erlangt haben,

jemals verschlossen werden; wenigstens habe ich dies nicht beobachtet. Die kleineren Gastral-Mündungen der Ramal-Canäle sind hingegen wahrscheinlich veränderliche Poren, welche gleich den Hautporen geschlossen und wieder geöffnet werden können. Bei den Syconen, wenigstens bei einem Theile derselben, ist es durch die übereinstimmenden Beobachtungen von BOWERBANK, LIEBERKÜHN und von mir selbst constatirt, dass die Gastral-Oeffnungen ihrer Radial-Tuben (die „Oscula der Grantien" von BOWERBANK) unter Umständen sich öffnen und schliessen können. Das Syncytium der Gastralfläche umschliesst die runde Gastral-Oeffnung jedes Tubus mit einer dünnen Sarcodine-Lamelle, die wie ein Sphincter sich ausdehnen und zusammenziehen kann. Auch hier können, wie schon früher erörtert wurde (p. 256), die inconstanten und variablen Gastral-Poren von den constanten und stabilen Gastral-Ostien unterschieden werden. Die Sarcodine-Lamellen, welche die grösseren Gastral-Oeffnungen durch ihre Contraction verschliessen, zeigen bei Oeffnung der Mündung oft sehr deutlich eine feine concentrische Streifung, und die Kerne in derselben liegen mit ihrer Längsaxe tangential zu diesen Ringlinien (mit ihrem kürzesten Durchmesser radial gegen das Centrum der Oeffnung). Dadurch entsteht ein Bild, welches lebhaft an die Ringfasern eines Sphincter erinnert. Indessen sind die concentrischen Ringlinien bloss als Falten oder Verdichtungs-Streifen aufzufassen, nicht als Grenzlinien differenzirter Muskelfasern (vergl. Taf. 48, Fig. 2, 4).

Ob auch die aus Sarcodine bestehenden Wände der Ramal-Canäle bei den Leuconen sich partiell contrahiren, und dadurch das Lumen der Canäle verengern können, ist bisher noch nicht durch Beobachtung constatirt, indessen sehr wohl möglich, um nicht zu sagen wahrscheinlich. Bei den Radial-Tuben der Syconen finden solche partielle Contractionen sicher bisweilen statt, sind aber auch noch nicht näher untersucht. Die „Conjunctiv-Poren", welche die Wand der verwachsenen Radial-Tuben bei den Syconen des Syconusa-Typus durchbrechen, können wahrscheinlich geöffnet und geschlossen werden. Nur die Contractionen an den Distal-Kegeln der Radial-Tuben sind in dieser Beziehung von BOWERBANK erörtert worden [1]). Bei denjenigen Syconen, deren Radial-Tuben an dem Distal-Kegel ein Bündel von colossalen Stabnadeln tragen, treten die Wirkungen jener Contractionen sehr auffallend hervor. Diese Stabnadeln bilden gewöhnlich entweder ein pinselförmiges Büschel oder einen einfachen oder mehrfachen Ring um die Spitze des Distal-Kegels, und verhalten sich zu dieser ganz ähnlich, wie die longitudinalen Stabnadeln des Peristom-Kranzes zur Mundöffnung bei den kranzmündigen Personen. Die wechselnde Gestalt des radialen Stabnadel-Busches am Distal-Kegel, welcher bald kegelförmig, bald cylindrisch, bald trichterförmig erscheint, ist in derselben Weise durch partielle Syncytium-Contractionen

---

1) BOWERBANK, On the organisation of Grantia ciliata. Transact. Microsc. Soc. New Ser. Vol. VII. 1859, p. 79.

(vielleicht aber auch theilweise durch Wirkung der Wasserströmung) zu erklären, wie die entsprechende Gestalt des Peristom-Kranzes, von der sogleich die Rede sein soll.

Der Verschluss der Mundöffnung oder des Osculum scheint bei allen Kalkschwämmen, welche mit einem solchen versehen sind, zeitweise stattfinden zu können. Wie bereits angeführt, tritt er hauptsächlich ein im Zustande vollständiger Sättigung oder Ueberfütterung, ferner bei den littoralen Kalkschwämmen während der Ebbezeit, so lange die atmosphärische Luft Zutritt hat, und endlich unter gewissen Umständen in Folge von mechanischen, chemischen oder anderen Reizen, welche durch äussere Einwirkungen ausgeübt werden. Indessen erfolgt der Verschluss des Osculum nicht immer auf eine und dieselbe Weise, sondern es können folgende drei verschiedene Modi desselben unterschieden werden: Verschluss durch einfaches Aneinanderlegen der Ränder, Verschluss durch zeitweilige Verschmelzung der Ränder, und Verschluss durch eine besondere, einem Sphincter ähnliche Oscular-Membran.

Der Verschluss der Mundöffnung durch *Aneinanderlegen der sich nähernden Ränder*, nach Art einer Lippe, findet sich namentlich bei jenen Kalkschwämmen, deren Osculum nicht (wie gewöhnlich) eine kreisrunde Oeffnung, sondern ein querer Spalt ist (z. B. Ascandra cordata, Leucandra crambessa, Sycandra compressa). Diese Kalkschwämme haben meistens zugleich sehr schlaffe, biegsame Wände und die beiden Ränder des quergespaltenen Osculum legen sich wie die beiden Hälften einer Lippe an einander. Dies kann sowohl bei nackten, als bei rüsselförmigen und bekränzten Mundöffnungen stattfinden.

Der Verschluss der Mundöffnung durch *zeitweilige Verschmelzung der Sarcodine-Ränder derselben* erfolgt nur bei nacktmündigen Kalkschwämmen mit mehr oder weniger biegsamen Magenwänden, namentlich also bei der Mehrzahl der Asconen, hingegen bei wenigen Leuconen und Syconen. Der Verschluss des Osculum findet hier genau in derselben Weise statt, wie der vorher beschriebene Verschluss der Dermal-Poren und Gastral-Poren.

Der Verschluss der Mundöffnung durch eine besondere *Oscular-Membran* (vergl. oben p. 267) erfolgt bei den meisten von jenen Kalkschwämmen, deren Körperwand sehr starr und fest, und daher durch ihre Skelet-Structur an einer einfachen Näherung oder Verschmelzung der Mundränder gehindert ist. Dies ist der Fall bei sehr vielen Leuconen und Syconen, und besonders bei den rüsselmündigen und kranzmündigen Formen derselben, weniger bei den nacktmündigen. Hier springt von der Basis des Rüssels oder Kranzes nach innen die oben beschriebene Oscular-Membran vor, welche wie ein Sphincter oder ein Diaphragma den eigentlichen Eingang in die Magenhöhle öffnen und schliessen kann. Diese dünne Syncytium-Lamelle verhält sich bei ihrer Contraction und Dilatation ebenfalls wie die vorher beschriebenen Gastral-Ostien. Sie kann den Mundeingang völlig absperren.

Besondere Contractions-Erscheinungen lassen sich ausserdem noch bei den rüsselmündigen und kranzmündigen Kalkschwämmen wahrnehmen. Der Rüssel der rüsselmündigen Calcispongien, welcher bloss aus einer sehr dünnen Syncytium-Lamelle besteht, deren Skelet-Gerüst in der Regel sehr zart und verschiebbar ist, kann ziemlich bedeutende Contractionen ausführen. Diese kommen auch an den entsprechenden Rüsselbildungen von Kieselschwämmen vor, und sind zuerst von Lieberkühn bei *Spongilla* beobachtet worden. Er sah, wie die cylindrische „dünnhäutige Ausflussröhre oder der Schornstein" (identisch mit unserem „Rüssel") sich spontan oder auf Einwirkung von äusseren Reizen verkürzte, wobei gleichzeitig eine Verdickung der dünnen Wand stattfand. Eine solche Verkürzung mit gleichzeitiger Verdickung der Wand, wie ich sie auch bei rüsselmündigen Kalkschwämmen bisweilen beobachtet habe, kann nur stattfinden in Folge von einer exclusiv longitudinalen Contraction (parallel der Längsaxe des Rüssels). Ausserdem aber kommen bei den Kalkschwämmen bisweilen auch exclusiv circulare Contractionen des Rüssels vor, in Folge dessen sein cylindrisches Lumen etwas verengt wird. Auch diese Contractionen geschehen so langsam, dass es sehr schwer ist, sie direct zu verfolgen. Hingegen kann man sie nachweisen, wenn man eine und dieselbe Rüsselröhre zu verschiedenen Zeiten genauen Messungen unterwirft, wobei sich Differenzen sowohl in der Peripherie, als im longitudinalen und transversalen Durchmesser nachweisen lassen.

Die Bewegungen der Peristom-Krone bei den kranzmündigen Kalkschwämmen sind schon früheren Beobachtern aufgefallen und namentlich von Bowerbank (l. c.) bei *Sycandra ciliata* genau beschrieben worden. Da die langen Stricknadeln, welche in longitudinaler Richtung dicht und parallel neben einander stehend die Ciliar-Krone des Peristom-Kranzes bilden, im grössten Theile ihrer Länge frei und nur mit einem kurzen Abschnitte ihres basalen Endes der Sarcodine-Lamelle des Collar-Theils oder des Mundrandes selbst eingefügt sind, so muss schon eine verhältnissmässig geringfügige Contraction dieses Sarcodine-Ringes einen beträchtlichen Ausschlag für die Bewegung der freien Enden der Stricknadeln ergeben. Sie gleichen einem radialen Kranze von sehr langen Hebel-Armen, deren Hypomochlia in dem ringförmigen Rande des Collare oder der eigentlichen Mundöffnung liegen. Welche beträchtlichen Excursionen jener Hebel-Arme durch die schwachen und unbedeutenden Contractionen dieses Randes hervorgebracht werden können, geht am besten aus der sehr verschiedenen Gestalt hervor, welche die Peristom-Krone zu verschiedenen Zeiten bei einem und demselben kranzmündigen Kalkschwamme annehmen kann. Bald erscheint sie trichterförmig oder verkehrt-kegelförmig, indem die Basis viel enger als die terminale Oeffnung ist; bald umgekehrt unten weiter als oben, also kegelförmig; bald ist sie rein cylindrisch. Jedoch ist bei Beurtheilung dieser Bewegungen auch die wechselnde Wasserströmung in Betracht zu ziehen.

2. Psychologie (Physiologie der Vorstellungen).

Die Vorstellungen oder Seelenthätigkeiten der Kalkschwämme und der Spongien überhaupt sind desshalb von Interesse, weil sie auf der niedersten Stufe stehen bleiben und an das einfachste anatomische Substrat gebunden sind. Sie erscheinen daher vorzüglich geeignet, ein erklärendes Licht auf die Qualität dieser complicirten Functionen bei den höheren thierischen Organismen fallen zu lassen. Die unendlich verwickelten molecularen Bewegungs-Erscheinungen, welche bei allen höheren Thieren (mit Inbegriff des Menschen) als Seelenthätigkeiten im weiteren Sinne zusammengefasst werden, die Functions-Gruppen des Empfindens, Denkens, Wollens, werden von den Spongien in der allereinfachsten und primitivsten Form ausgeübt; und während bei allen höheren Thieren diese verschiedenen Vorstellungs-Gruppen auf verschiedene Abtheilungen einer höchst zusammengesetzten anatomischen Maschinerie vertheilt sind, finden wir sie bei den Spongien an eine und dieselbe, höchst einfache, anatomische Grundlage geknüpft, an das Syncytium des Exoderm.

Indem nun dieses nämliche Organ zugleich die Functionen einer schützenden Decke und eines „skeletbildenden Gewebes“ für den Spongien-Organismus vertritt, spricht sich in dieser Beziehung zwischen ihnen und den höheren Thieren ein Gegensatz aus, wie er grösser innerhalb des Thierreichs (von den Protozoen abgesehen) nicht gedacht werden kann. Man denke nur an den höchst complicirten anatomischen Apparat, an welchen beim Menschen, beim Affen, beim Amphioxus und bei jedem anderen Wirbelthiere das „Seelenleben“ gebunden ist: die verschiedenen Sinnesorgane, die centripetalen Nervenbahnen, welche von hier die Empfindungs-Eindrücke zum Central-Organ leiten, das höchst zusammengesetzte Centralorgan des Rückenmarks und Gehirnes selbst, welches die Denk-Processe vermittelt die centrifugalen Nervenbahnen, welche von dem Centralorgane wiederum die Willens-Vorstellungen zu den Muskeln leiten, endlich das ganze Muskel-System mit allen seinen verschiedenen Theilen. Dieser ganze psychologische Organ-Apparat wird bei den Spongien allein durch das Syncytium vertreten, ein einfaches Gewebe vom Werthe einer Zellfusion (einer einzigen „vielkernigen Zelle“ der Autoren).

Noch bedeutungsvoller aber wird dieser Gegensatz, wenn wir die einfachste Spongien-Person, wie sie im *Olynthus* vorliegt, vergleichen mit jenem primitiven Entwickelungs-Stadium der Wirbelthier-Person, in welchem die letztere nur aus zwei, noch nicht differenzirten Keimblättern zusammengesetzt ist. Wie die Ontogenese dieser letzteren lehrt, geht der ganze psychologische Organ-Apparat, das Centralnervensystem, die sensible Hautdecke, der wesentlichste Theil der höheren Sinnesorgane, aus dem äusseren Keimblatte hervor; die Zellen dieses Blattes sind von Anfang an die virtuellen Biorgane des Seelenlebens. Da wir nun dieses äussere oder animale Keimblatt der höheren Thiere mit dem Dermalblatte oder dem Exo-

derm der Spongien für homolog und in phylogenetischer Beziehung für identisch halten müssen, so ergiebt sich für die qualitative Auffassung des Seelenlebens bei dem Menschen und den höheren Thieren aus dieser Vergleichung, mit Rücksicht auf das biogenetische Grundgesetz, ein klares genetisches Verständniss. Wie sich alle die verschiedenen Organe und Gewebe des psychologischen Apparates während der Wirbelthier-Genese durch Differenzirung aus dem einfachen Zellen-Aggregat des animalen Keimblattes entwickeln, so haben sich auch die verwickelten Functionsgruppen des ersteren aus der einfachen virtuellen Psyche des letzteren entwickelt; und diese letztere hat nicht mehr Werth, als die Psyche des *Olynthus*, dessen actuelles Seelenorgan zeitlebens denselben einfachen Formwerth beibehält.

Wie sich schon wegen dieser primordialen Einfachheit des anatomischen Seelen-Apparates bei den Kalkschwämmen erwarten lässt, bleiben auch ihre physiologischen Seelen-Functionen auf einer äusserst niederen und einfachen Stufe der Entwickelung stehen. Die Aeusserungen dieser Schwamm-Seele sind, soweit man dieselben unter die dunkeln Begriffe des „Denkens“ und des „Bewusstseins“ subsumiren kann, so schwierig zu untersuchen und auch bis jetzt noch so wenig erforscht, dass wir hier nicht Raum und Zeit mit vagen Reflexionen darüber verlieren wollen. Deutlicher und der Erforschung zugänglicher, aber ebenfalls noch sehr wenig untersucht sind die Functionen des Wollens. Der Wille der Kalkschwämme ist wie derjenige der übrigen Thiere mit Inbegriff des Menschen niemals wirklich „frei“, sondern stets mit causaler Nothwendigkeit durch äussere oder innere Motive bedingt. Die „willkührliche Bewegung“, in welcher sich der „freie Wille“ äussert, ist auch hier nicht scharf von der Reflex-Bewegung zu trennen. Die Empfindung der Kalkschwämme äussert sich in ihrer Reaction gegen den Einfluss des Lichtes, der chemischen und der mechanischen Reizung. Dass dieselben gegen das Licht empfindlich sind, geht daraus hervor, dass sie dasselbe vermeiden und fast immer dunkle oder doch schattige Standorte den hellen und sonnigen vorziehen. Schon die schwärmende Flimmerlarve sucht behufs ihrer Festsetzung einen dunkeln, vor Licht geschützten Standort aus. Die Empfindlichkeit gegen chemischen Reiz äussert sich namentlich darin, dass der Kalkschwamm in abgestandenem, verunreinigtem oder kohlensäurereichem Wasser sich zusammenzieht, seine Hautporen und oft auch seine Oscula verschliesst; wogegen er in frisches, reines und sauerstoffreiches Wasser gebracht, sich ausdehnt, und seine Hautporen und Oscula öffnet. Die Geisselbewegung wird im letzteren Falle beschleunigt, im ersteren verlangsamt. Schwieriger zu beobachten ist die Empfindlichkeit gegen mechanische Reize; doch kann man bisweilen bemerken, dass ein Kalkschwamm sich in Folge wiederholter Stiche langsam ein wenig zusammenzieht; seltener erfolgt darauf ein Verschluss der Oeffnungen.

Sechstes Kapitel.

Externe Physiologie.

I. Chorologie (Physiologie der Verbreitung).

1. Topographische Verbreitung.

Alle Kalkschwämme leben im Meere. Keine einzige Form dieser Gruppe ist bisher in süssem Wasser oder in Brackwasser aufgefunden worden. Aus der salzarmen Ostsee ist bisher noch kein einziger Kalkschwamm bekannt. Die wenigen Arten, welche als der Ostsee angehörig angeführt werden, sind im Sund oder im grossen Belt oder im kleinen Belt gefunden worden, also in dem westlichen Grenzbezirk der Ostsee, welcher einen viel bedeutenderen Salzgehalt besitzt, als die eigentliche Ostsee. Ebenso habe ich auch in den tief eingeschnittenen Fjorden Norwegens an allen jenen Stellen, wo das Wasser nur schwach gesalzen oder brakisch ist, vergeblich nach Kalkschwämmen gesucht, während sie aussen an der Küste des offenen Meeres dort sehr häufig sind. Es scheint demnach, dass die Calcispongien nur in Seewasser von dem durchschnittlichen Salzgehalt des Oceans leben können. In süssem Wasser oder in verdünntem Seewasser sterben sie sehr rasch.

Alle bis jetzt bekannten Kalkschwämme sind entweder unmittelbar an der Meeresküste oder nur in geringer Entfernung von derselben gesammelt worden. Auf dem Boden des offenen Meeres sind bisher noch keine Calcispongien gefunden worden. Auch die ausgedehnten Untersuchungen, welche in den letzten Jahren über die Beschaffenheit des Tiefsee-Grundes angestellt wurden, und welche eine Anzahl von eigenthümlichen Kieselschwämmen aus dem tiefen Boden des offenen Meeres zu Tage förderten, haben keinen einzigen Kalkschwamm von dort geliefert.

Die meisten Kalkschwämme lieben die Dunkelheit und fliehen das Licht. Nur wenige Arten wachsen an Stellen, welche dem Lichte mehr oder weniger ausgesetzt sind. Daher findet man diejenigen Arten, welche sich am liebsten auf Felsen und Steinen ansiedeln, vorzugsweise in Höhlen und Grotten der Meeresküste, in Felsenspalten und an der Unterseite von Steinen. Die meisten Arten leben im Tang-Dickicht, in dem schattigen Conferven-Gebüsch und den dunkeln Fucoiden-Wäldern,

und je dichter diese Algen an felsigen Küsten beisammen wachsen, je weniger Licht zwischen ihr gedrängtes Astwerk hineinfällt, desto eher darf man hoffen, Kalkschwämme zwischen ihren Aesten verborgen zu finden. Diese Liebe zur Dunkelheit veranlasst auch viele Kalkschwämme, sich im Inneren von leeren Thiergehäusen: Muschelschalen, Schneckenhäusern, Seeigelschalen, Wurmröhren etc. anzusiedeln.

Die grosse Mehrzahl der Kalkschwämme sitzt festgewachsen auf dem Boden des Meeres. Jedoch giebt es unter den Kalkschwämmen, ebenso wie unter den Kieselschwämmen, einige wenige Arten, welche auch in völlig ausgewachsenem Zustande nicht festgewachsen sind, sondern frei im Schlamme des Meeresbodens stecken und gelegentlich von den Wellen oder Strömungen fortgetrieben werden können. Diese freien Kalkschwämme sind: *Leuculmis echinus* (Taf. 30, Fig. 1), *Syculmis synapta* (Taf. 50, Fig. 1) und eine Varietät von *Sycandra capillosa* (Var. *longipilis*). Eine andere Varietät der letzteren Art (Var. *brevipilis*) ist festgewachsen.

Die auf dem Meeresboden befindlichen Gegenstände, auf welchen sich die frei schwimmenden Flimmerlarven der Kalkschwämme niederlassen und festsetzen, und auf welchen man die reifen Personen und Stöcke angewachsen findet, sind der verschiedensten Art: Felsen und Steine, Pfähle und Balken von Hafenbauten, Kalkschalen von todten Mollusken, Bryozoen, Echinodermen, Corallen etc. Mehrere Male fand ich Syconen in dem leeren Inneren von alten Seeigelschalen, der inneren Schalenfläche angewachsen; Leuconen sind bisweilen im Inneren leerer Muschelschalen und Schneckenhäuser, Asconen in leeren Wurmröhren anzutreffen. Die Mehrzahl der Kalkschwämme aber findet man festgewachsen auf Seepflanzen, und zwar meistens auf Algen: Fucoideen, Florideen, Ulven, Conferven etc. Besonders bevorzugt scheinen in vielen Fällen von den Asconen die Conferven und Siphoneen, von den Leuconen und Syconen die Corallinen und Fucoideen zu sein. Doch wachsen viele Arten oft auch ohne Unterschied auf ersteren und letzteren. Seltener findet man Kalkschwämme auf lebenden Thieren angesiedelt, besonders auf der Rückenseite des Cephalothorax von Crustaceen *(Mithrax, Pisa)* oder auf lebenden Hydroiden-Stöcken *(Sertularia, Campanularia)*, Bryozoen-Stöcken *(Retepora, Flustra)*, bisweilen auch auf der Schale von lebenden Schnecken *(Haliotis, Turbo)*, Muscheln *(Lima, Mytilus)* etc. An der norwegischen Küste fand ich vorzugsweise zahlreiche Kalkschwämme auf Conferven *(Cladophora, Ectocarpus)* und Florideen *(Polysiphonia, Delesseria)*; einzelne auch auf Ulven, Laminarien, Fucaceen. An der adriatischen Küste fand ich die meisten Kalkschwämme auf Cystosireen *(Sargassum, Halerica)* und auf Corallinen, seltener auf Ulven und Conferven.

Von den Kalkschwämmen, wie von den übrigen Schwämmen, findet man häufig die Angabe, dass sie als Parasiten auf lebenden Seepflanzen, bisweilen auch auf lebenden Seethieren gefunden werden. So sagt z. B. Bowerbank von mehreren Kalkschwämmen, wie von vielen anderen Schwämmen: „Parasitical on fuci“. Indessen

ist für sämmtliche Kalkschwämme, und wahrscheinlich auch für die grosse Mehrzahl aller übrigen Schwämme, die Bezeichnung Parasiten ganz gewiss falsch. Zum Begriffe des Parasitismus ist es niemals ausreichend, dass der parasitische Organismus auf einem anderen festsitzt. Vielmehr sind dafür drei, oder mindestens zwei Bedingungen erforderlich: 1) der bleibende oder zeitweilige Aufenthalt des Parasiten in oder auf dem Wohn-Organismus; 2) die Ernährung des Parasiten durch Säfte oder Gewebe des Wohn-Organismus; und 3) eine bestimmte organologische Rückbildung, eine mehr oder minder wahrnehmbare regressive Metamorphose, welche der Parasit ontogenetisch, und also ursprünglich phylogenetisch, durch seine parasitische Lebensweise erlitten hat. Diese letztere Bedingung, die innige trophische Wechselwirkung, welche zwischen dem Parasiten und dem Wohn-Organismus besteht, und die deutliche Rückbildung, welche einer oder der andere Körpertheil des Parasiten durch die Anpassung an diese eigenthümliche Lebensweise erlitten hat, ist allerdings nicht bei allen Organismen, welche allgemein als Parasiten gelten, erfüllt, oder wenigstens nicht immer leicht als erfüllt nachzuweisen; sie giebt aber doch gerade dem ausgesprochenen Parasitismus sein characteristisches Gepräge.

Bei sämmtlichen Kalkschwämmen, sowie bei den meisten (wenn nicht allen!) übrigen Spongien, welche gewöhnlich als Parasiten bezeichnet werden, ist von jenen drei Bedingungen bloss die erste erfüllt, nicht aber die beiden anderen, welche gerade entscheidend für den Begriff des Parasitismus sind. Die Calcispongien, wie die meisten übrigen Spongien, beziehen von den Thieren oder Pflanzen, auf denen sie aufsitzen, weder ihre Nahrung, noch werden sie durch ihr Verhältniss zu diesen Wohn-Organismen irgendwie zu einer rückschreitenden Metamorphose veranlasst. Vielmehr benutzen sie die Oberfläche des lebenden Thieres oder der lebenden Pflanze lediglich als Stätte zur Ansiedelung, als Bauplatz, auf dem sie sich anbauen. In vielen Fällen findet man an einem und demselben Orte eine und dieselbe Spongien-Species auf den verschiedensten Gegenständen angesiedelt: einige Individuen auf Felsen oder Steinen, andere auf den Schalen von todten Muscheln oder Schnecken, andere auf lebenden Algen oder Tangen, und noch andere endlich auf lebenden Thieren (Crustaceen, Mollusken etc.). Dennoch ist zwischen diesen verschiedenen Individuen keine wesentliche oder specifische Structur-Differenz zu finden, obgleich die äussere Form sich den bestimmenden Gestalt-Verhältnissen der Ansiedelungs-Oberfläche auf das Mannichfaltigste angepasst haben kann.

Die Spongien verhalten sich also in dieser Beziehung nicht anders als die festsitzenden Ascidien und Bryozoen, Corallen und Hydroiden und können ebenso wenig als diese letzteren Parasiten genannt werden. Sie verhalten sich nicht anders als die ebenfalls nicht parasitischen Moose, welche ebensowohl auf dem Dache oder an der Mauer eines Hauses, wie auf der Rinde des daneben stehenden Baumes gedeihen.

Ob bestimmte Beziehungen zwischen einzelnen Arten von Kalkschwämmen und einzelnen Species von Algen, auf denen sie sich vorzugsweise gern ansiedeln, bestehen, bleibt noch zu ermitteln. Allerdings wachsen einige Species von Calcispongien besonders gern auf bestimmten Arten von Conferven, Florideen und Fucoideen. So wächst z. B. in der Goethe-Bucht auf der norwegischen Insel Gis-Oe *Ascandra variabilis* und *Sycandra compressa* vorzugsweise gern auf *Conferva rupestris*, während sich die ebenfalls massenhaft dort vorkommende *Ascetta coriacea* und *Leucandra nivea* am liebsten auf Steinen und Felsen ansiedelt. Aber keineswegs sind diese Arten fest an ihre bevorzugte Unterlage gebunden. Vielmehr findet man auch von den ersteren einzelne Exemplare auf Steinen, und von den letzteren auch umgekehrt einzelne Individuen auf Conferven oder anderen Algen festgewachsen.

Da die Mehrzahl der Kalkschwämme sich vorzugsweise gern auf Algen, und nächstdem am liebsten auf Steinen ansiedelt, so sind auch die steinigen und felsigen Küsten diejenigen, an denen man sie zuerst aufsuchen muss. Auf sandigem oder schlammigem Grunde wachsen nur sehr wenige Arten.

Besonderer Aufklärung bedarf noch die verhältnissmässige Seltenheit der Kalkschwämme in allen Meeren, welche von mehreren Spongiologen mit Recht hervorgehoben worden ist. Wenn auch im Gegensatz zu den übrigen Schwämmen die viel geringere Grösse, die bedeutendere Zartheit und Zerstörbarkeit und das unansehnliche Aeussere der meisten Kalkschwämme vorzugsweise daran Schuld sein mag, dass dieselben viel weniger als die übrigen Spongien gesammelt, beobachtet und untersucht worden sind, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass an allen Küsten die Kalkschwämme viel seltener, an Arten und Individuen viel ärmer sind als die übrigen Spongien und namentlich die Kieselschwämme. An manchen Küsten, an denen die letzteren häufig sind, scheinen die ersteren ganz zu fehlen. So hat z. B. Lacaze-Duthiers, welcher die Küste von Algier sehr sorgfältig untersucht und daselbst die 77 von O. Schmidt 1868 beschriebenen Kieselschwämme (darunter viele sehr eigenthümliche) gesammelt hat, ebendaselbst nicht einen einzigen Kalkschwamm gefunden. Auch von vielen anderen ausgedehnten Küstenstrichen aller Welttheile, die eine grosse Anzahl von Kieselschwämmen und Hornschwämmen geliefert haben, kennen wir noch gar keine Kalkschwämme. Es scheint hieraus hervorzugehen, dass die Calcispongien zu ihrer Existenz eine Summe von bestimmten eigenthümlichen Bedingungen bedürfen, welche an vielen Meeres-Küsten nicht erfüllt, und mit denen wir noch gänzlich unbekannt sind.

2. Bathygraphische Verbreitung.

Die Kalkschwämme leben zum grössten Theile nur in sehr geringen Tiefen des Meeres. Alle Naturforscher, welche bisher lebende Calcispongien gesammelt haben, stimmen in der Angabe überein, dass dieselben mit wenigen Ausnahmen littoral

oder doch sublittoral sind. Auch meine eigenen Erfahrungen stimmen hiermit überein. Die grosse Mehrzahl der Kalkschwämme, welche ich an der norwegischen und an der dalmatischen Küste sammelte, fand ich in der Littoral-Zone oder Strandregion, von der Fluthgrenze bis zu 2 Faden Tiefe. Viele Arten scheinen sogar auf die Ebbe-Marken beschränkt zu sein, so dass sie regelmässig bei eintretender Ebbe entblösst und der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt werden.

Schon in Tiefen von 2—10 Faden (in der zweiten Zone oder Zostera-Region von Forbes) findet sich nur eine geringe Anzahl von Calcispongien, und noch weniger in der grösseren Tiefe von 10—20 Faden (in der dritten oder Caulerpa-Region von Forbes). Bei sehr zahlreichen Dredge-Versuchen, welche ich in jenen Tiefen und noch tiefer (bis über 100 Faden hinab) an der norwegischen und dalmatischen Küste anstellte, und wobei ich zahlreiche Thiere der verschiedensten Classen, namentlich auch viele Kieselschwämme erbeutete, hat mir das Schleppnetz nur sehr wenige Kalkschwämme geliefert.

Dennoch scheinen einzelne Species der Calcispongien in ziemlich bedeutende Tiefen hinabzusteigen. Unter den bis jetzt bekannten Arten erreicht die bedeutendste Tiefe *Leucaltis bathybia*, welche Siemens im rothen Meere bei Perim aus 342 Faden (oder 2052 Fuss, ungefähr 700 Meter) Tiefe herauf holte. Nächstdem haben Alexander Agassiz und Pourtales an der Küste von Florida einige Syconen und Leuconen in bedeutenden Tiefen gefunden, nämlich: *Sycaltis perforata* in 125 Faden, *Leucaltis floridana* in 20—40 Faden, *Leucaltis clathria* in 35 Faden, und *Sycaltis ovipara* in 26 Faden Tiefe. Merle Norman fand in der S. Magnus-Bay auf den Shetland-Inseln *Leucandra fistulosa* in 30—60 Faden Tiefe. Ich selbst habe an der norwegischen Küste bei Bergen in einer Tiefe von 80—90 Faden *Leucyssa incrustans* und bei ungefähr 50 Faden *Leuculmis echinus* gefunden. Ferner holte ich an der dalmatischen Küste bei Lesina aus 60—65 Faden *Sycyssa Huxleyi* und aus 40—50 Faden Tiefe *Sycaltis conifera* herauf. In geringeren Tiefen, zwischen 20 und 40 Faden, fand ich in Norwegen *Leucandra ananas* und *Leucandra caminus*; in Dalmatien *Sycilla cylindrus*, *Sycandra capillosa* und *Sycandra Schmidtii*. Uebrigens habe ich an beiden Küsten, an der norwegischen und an der dalmatischen, viele von den littoralen Arten gelegentlich auch in Tiefen von 10—30 Faden, und einzelne in grösseren Tiefen zwischen 40 und 80 Faden gefunden. So giebt auch Bowerbank von 3 britischen Arten (*Sycandra compressa*, *Sycandra coronata* und *Ascaltis botryoides*) an, dass sie „parasitical on fuci, littoral and to 8 or 10 fathoms deep" gefunden werden. Die littoralen Species, welche ich gelegentlich mit dem Schleppnetz aus grösseren Tiefen erbeutete, waren in diesen Tiefen meistens durch grössere Individuen vertreten, als in der Strand-Region.

3. Geographische Verbreitung.

Die Physiologie der geographischen Verbreitung ist bei den Kalkschwämmen in noch viel höherem Maasse als bei den übrigen Schwämmen, unbekannt und gegenwärtig noch gar nicht von allgemeinen Gesichtspunkten aus zu behandeln. Schon die einfachen Thatsachen, welche die geographische Verbreitung der Genera und Species in den Meeren der verschiedenen Welttheile betreffen, sind äusserst lückenhaft und unvollständig bekannt. Von allgemeinen chorologischen Schlüssen und Gesetzen aber kann in dieser Thierclasse noch wenig die Rede sein. Gilt das schon von den Spongien im Allgemeinen, so gilt es doch von den Calcispongien in ganz besonderem Maasse, weil diese letzteren wegen ihrer geringen Grösse, ihres unansehnlichen Aeusseren und ihrer leichten Zerstörbarkeit von den Sammlern ganz besonders vernachlässigt worden sind. Viele zoologische Museen, welche eine ziemlich ansehnliche Spongien-Sammlung besitzen, ja sogar einige der grössten europäischen Museen, enthalten nicht einen einzigen Kalkschwamm. Die meisten Museen, welche Kalkschwämme besitzen, enthalten nur 3—6 Arten, und diese sind meistens nur die gemeinen europäischen Species. Es kann daher das bis jetzt vorliegende Material nicht im Entferntesten ausreichen, um eine einigermassen abgerundete „Chorologie der Calcispongien" zu begründen.

Das bekannte faunistische Material, welches ich selbst bei Beginn meiner Calcispongien-Untersuchungen vor fünf Jahren vorfand, bestand, wie aus der historischen Einleitung dieses Bandes ersichtlich ist, aus wenig mehr als einigen zwanzig europäischen und ein paar ausländischen Arten. Fast nur die genauen Beschreibungen, welche Bowerbank von seinen 12 britischen Species (p. 40) und O. Schmidt von seinen 14 adriatischen Arten (p. 41) gegeben hatten, waren wegen ihrer Berücksichtigung der feineren Formen der Skelettheile hinreichend ausführlich, um danach die einzelnen Species wieder zu erkennen und die zerstreuten Angaben älterer Beobachter zu deuten. Abgesehen von diesen britischen und adriatischen Kalkschwämmen waren nur wenige einzelne Species aus verschiedenen Meeren in hinreichend kenntlichem Zustande beschrieben worden, so namentlich 4 *Sycandra*-Arten: *Spongia ciliata* und *Spongia compressa* von Groenland, *Alcyoncellum gelatinosum* aus dem indischen Ocean und *Dunsterrillia elegans* aus der Algoa-Bay. Mit diesen wenigen Ausnahmen waren also bis vor 5 Jahren die Küsten des adriatischen Meeres, Britanniens und Groenlands fast die einzigen Küstenstriche, von denen man Kalkschwämme kannte.

Die Mühe, welche ich selbst mir lange Zeit hindurch gegeben habe, Kalkschwämme aus allen Welttheilen zu erhalten, ist von einem sehr verschiedenartigen Erfolge gekrönt gewesen. Von vielen und ausgedehnten Küstenstrichen aller Erdtheile habe ich nicht einen einzigen Kalkschwamm erhalten; von einigen beschränkten

Küstenpunkten hingegen unerwartet viele. So habe ich namentlich verhältnissmässig zahlreiche Arten von den Küsten Süd-Africas, Süd-Australiens und des caraibischen Meeres (Florida und den Antillen) bekommen. Sehr wenige Kalkschwämme habe ich dagegen nur von den Küsten des pacifischen Oceans erhalten können; auffallend wenige von den Küsten der vereinigten Staaten (Florida ausgenommen).

Gar keine Kalkschwämme haben bisher folgende Küstenstriche geliefert: die africanische und asiatische Küste des Mittelmeeres, das schwarze Meer, das caspische Meer; die Küste des Golfs von Biscaya, die Azoren und Madeira, die Ostsee; die Westküste Africas von 20° nördlicher bis 30° südlicher Breite, die Ostküste Africas von 10° nördlicher bis 30° südlicher Breite, Madagascar; die ganze Südküste und Nordküste des asiatischen Festlandes; die Sunda-Inseln (Java ausgenommen); die Nordküste von Australien, Neu-Guinea, Neuseeland; der polynesische Archipel (die Viti-Inseln und Sandwich-Inseln ausgenommen); die West-Küste von America (Californien und Valparaiso ausgenommen).

Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse von der geographischen Verbreitung der Calcispongien, wie er sich aus dem reichen, dieser Monographie zu Grunde liegenden Material ergeben hat, wird am besten durch die nachstehenden chorologischen Tabellen und die daran geknüpfte Zusammenstellung der einzelnen Faunen übersichtlich werden. Ich habe dabei, wie es für die Chorologie der meisten küstenbewohnenden Seethiere am passendsten erscheint, als drei grosse Reiche die Gebiete des atlantischen, pacifischen und indischen Oceans, und in jedem dieser drei Reiche wieder mehrere untergeordnete Provinzen unterschieden. In der nachstehenden Tabelle habe ich von dem atlantischen Ocean das zugehörige Mittelmeer desshalb abgetrennt, weil gerade die Calcispongien-Fauna des Mittelmeeres und der west-europäischen Küsten besonders genau untersucht, und weil beide in mancher Beziehung verschieden sind. Diejenigen Species, welche bis jetzt bloss in einer der 14 Provinzen der Tabelle gefunden wurden, also dieser eigenthümlich erscheinen, sind durch ein †, diejenigen Arten, welche in mehreren Provinzen eines Reiches gesammelt wurden, durch ein —, und die kosmopolitischen Arten endlich, welche in 2 oder 3 Reichen zugleich vorkommen, durch ein * bezeichnet.

4. Chorologische Tabelle über die geographische Verbreitung der Calcispongien-Species.

Geographische Verbreitung der 111 natürlichen Arten. I. **Ascones.**	Mittelmeer		Atlantischer Ocean				Pacifischer Ocean				Indischer Ocean			
	Oestliches Mittelmeer (Adria)	Westliches Mittelmeer	West-Küste von Europa	Küste von Groenland	Ost-Küste von Nord-America	Ost-Küste von Süd-America	West-Küste von Süd-America	West-Küste von Nord-America	Ost-Küste von Asien	Ost-Küste von Australien	Süd-Küste von Australien	Süd-Küste von Asien	Küste des Caplandes	Rothes Meer
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O
Ascetta primordialis	*	*	.	.	.	*	*	.	*	*	*	*	*	*
— coriacea	.	.	†											
— clathrus	†													
— sceptrum	.	.	.	.	†									
— blanca	.	.	*	.	.	*	.	.	*	.				
— vesicula	.	.	.	.	.	.	.	†						
— sagittaria	.	.	†											
— flexilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†		
Ascilla gracilis	.	.	.	.	.	.	.	†						
— japonica	.	.	.	.	.	.	.	.	†					
Ascyssa troglodytes	.	†												
— acufera	.	.	.	†										
Ascaltis canariensis	.	.	†											
— cerebrum	†													
— Darwinii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	.	—
— Lamarckii	.	.	—	—	—									
— Gegenbauri	.	†												
— Goethei	.	†												
— botryoides	.	.	†											
Ascortis horrida	.	.	.	.	†									
— lacunosa	.	.	†											
— Fabricii	.	.	.	—	—									
— corallorrhiza	.	.	—	—										
— fragilis	.	.	—	.	—									
Asculmis armata	.	.	†											
Ascandra cordata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†	
— falcata	†													
— densa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†			
— panis	.	.	.	.	†									
— reticulum	†													
— contorta	.	.	†											
— complicata	.	.	†											
— Lieberkühnii	—	—												
— echinoides	.	.	†											
— sertularia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†		
— botrys	.	.	†											
— nitida	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†	
— pinus	.	.	†											
— variabilis	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	

Geographische Verbreitung der 111 natürlichen Arten. II. Leucones.	Mittelmeer		Atlantischer Ocean				Pacifischer Ocean				Indischer Ocean			
	Oestliches Mittelmeer (Adria)	Westliches Mittelmeer	West-Küste von Europa	Küste von Groenland	Ost-Küste von Nord-America	Ost-Küste von Süd-America	West-Küste von Süd-America	West-Küste von Nord-America	Ost-Küste von Asien	Ost-Küste ven Australien	Süd-Küste von Australien	Süd-Küste von Asien	Küste des Caplandes	Rothes Meer
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O
Leucetta primigenia	.	*	*	.	*	.	*	.	.	*	*	*	*	*
— trigona	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†	
— sagittata	.	.	.	.	.	.	.	†						
— pandora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†			
— corticata	.	.	.	.	†									
Leucilla amphora	.	.	.	.	†									
— capsula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†	
Leucyssa spongilla	.	.	.	.	.	.	.	.	†					
— cretacea	.	.	.	.	.	.	.	.	†					
— incrustans	.	.	†											
Leucaltis floridana	.	.	.	.	†									
— crustacea	.	.	.	.	.	†								
— pumila	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	*	.	*	
— solida	—	—												
— bathybia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	..	.	.	†
— clathria	.	.	.	.	†									
Leucortis pulvinar	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	—	.	—
Leuculmis echinus	.	.	†											
Leucandra Egedii	.	.	.	†										
— caminus	.	.	—	.	—									
— Gossei	.	.	†											
— crambessa	.	†												
— alcicornis	.	.	.	.	.	.	.	*	*	.	*	*	*	
— lunulata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†	
— aspera	—	—												
— fistulosa	.	.	†											
— ananas	.	.	—	—										
— cataphracta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†				
— cucumis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	—		
— bomba	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†				
— nivea	.	.	†											
— Johnstonii	.	.	†											
— ochotensis	.	.	.	.	.	.	.	.	†					
— stilifera	.	.	.	†			.							
— saccharata	.	.	.	.	.	.		.	.	.	†			

Geographische Verbreitung der 111 natürlichen Arten. III. Sycones.	Mittelmeer		Atlantischer Ocean				Pacifischer Ocean				Indischer Ocean			
	Oestliches Mittelmeer (Adria)	Westliches Mittelmeer	West-Küste von Europa	Küste von Groenland	Ost-Küste von Nord-America	Ost-Küste von Süd-America	West-Küste von Süd-America	West-Küste von Nord-America	Ost-Küste von Asien	Ost-Küste von Australien	Süd-Küste von Australien	Süd-Küste von Asien	Küste des Caplandes	Rothes Meer
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O
Sycetta primitiva	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†			
— sagittifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†		
— strobilus	.	.	.	.	.	.	.	†						
— cupula	.	.	.	.	.	.	.	.	†					
— stauridia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†
Sycilla cyathiscus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†			
— urna	.	.	.	.	.	†								
— cylindrus	†													
— chrysalis	†													
Sycyssa Huxleyi	†													
Sycaltis cónifera	†													
— perforata	.	.	.	.	†									
— glacialis	.	.	.	†										
— testipara	.	.	.	.	†									
— ovipara	.	.	.	.	†									
Sycortis lingua	.	.	.	.	†									
— quadrangulata	—	—	—											
— laevigata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†			
Syculmis synapta	.	.	.	.	.	†								
Sycandra ciliata	.	.	—	—	—									
— coronata	*	*	*	.	.	.	*	*	.	*				
— ampulla	.	.	.	.	.	†								
— raphanus	*	*	.	.	.	.	.	.	*	.	*	*	.	*
— capillosa	†													
— setosa	—	—												
— villosa	.	.	—	.	—	—								
— Schmidtii	†													
— arborea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†				
— alcyoncellum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	—		
— elegans	*	*	*	.	*	.	.	.	.	.	.	.	*	
— Humboldtii	†													
— glabra	—	—	—											
— arctica	.	.	.	†										
— ramosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†	
— compressa	.	.	—	—										
— utriculus	.	.	—	—										
— hystrix	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†	
	21	15	34	12	19	7	3	6	9	6	14	11	13	7

5. Kosmopolitische und particuläre Species.

Trotz der grossen Unvollständigkeit unseres chorologischen Materials, wie sie durch die vorstehende Tabelle, besonders mit Bezug auf den pacifischen Ocean, dargethan wird, ergiebt sich dennoch schon jetzt mit Sicherheit daraus die Thatsache, dass eine nicht geringe Anzahl der natürlichen Arten sich durch einen sehr ausgedehnten Verbreitungs-Bezirk auszeichnet. Die Mehrzahl der 111 Species unseres natürlichen Systems besteht allerdings bis jetzt aus particulären Species, welche nur an einem einzigen Fundorte, oder an wenigen benachbarten Fundorten einer Provinz gesammelt worden sind. Nicht wenige Species sind aber auch bereits an zahlreichen und entfernten Fundorten einer Provinz, oder in mehreren Provinzen eines Reiches beobachtet worden. Endlich können neun Arten (und zwar 3 Asconen, 3 Leuconen und 3 Syconen) wohl als kosmopolitische Species bezeichnet werden, weil sich ihr weiter Verbreitungs-Bezirk über 2 oder 3 verschiedene Reiche ausdehnt.

Unter den Asconen sind 2 Arten *Ascetta* und eine Art *Ascandra* als Kosmopoliten von besonderer Bedeutung. *Ascetta primordialis* kommt vor im Mittelmeere, an der Küste von Brasilien und Chile, und an mehreren, weit entfernten Stellen des pacifischen sowohl als des indischen Oceans, an der Küste des Caplandes und im rothen Meere. *Ascetta blanca* findet sich auf den canarischen Inseln, an der Küste von Brasilien und auf den Philippinen, und wird sicher auch noch auf vielen zwischenliegenden Stationen sich finden. *Ascandra variabilis*, welche an der Küste von Norwegen und Britannien einer der häufigsten Kalkschwämme ist, geht südlich nicht allein bis Marocco, sondern bis zum Cap der guten Hoffnung und greift demnach aus dem atlantischen in das indische Reich über.

Unter den Leuconen sind 3 Genera: *Leucetta, Leucaltis* und *Leucandra,* durch je eine kosmopolitische Art vertreten. *Leucetta primigenia* kommt vor im Mittelmeere, an der östlichen und westlichen Küste des atlantischen Oceans (bei Mogador und auf den Antillen), an der Küste von Chile und von Australien, im indischen Ocean und im rothen Meere. *Leucaltis pumila* findet sich auf den normannischen Inseln, an der Westküste und Südküste von Afrika und in der Bass-Strasse, bei Tasmanien. *Leucandra alcicornis* ist von den Sandwich-Inseln bis zum Capland durch den ganzen pacifischen und indischen Ocean verbreitet.

Unter den Syconen zeichnen sich 3 *Sycandra*-Arten durch kosmopolitische Verbreitung aus. *Sycandra coronata* findet sich sowohl an den europäischen Küsten (im Mittelmeere und im atlantischen Ocean), als an der pacifischen Küste von Nord- und Süd-Amerika (Californien und Valparaiso), auf den Sandwich-Inseln und an der Ostküste von Australien. *Sycandra raphanus* kommt vor im Mittelmeere, auf Japan und den Philippinen, an der Küste von Australien und von Ceylon, und im rothen

Meere. *Sycandra elegans* ist verbreitet im Mittelmeere, an der Westküste Europas von den normannischen Inseln bis Portugal, auf den canarischen Inseln, den Antillen, und an der Küste von Süd-Africa.

Auf das atlantische Reich kommen im Ganzen 68, auf das pacifische 12 und auf das indische 22 particuläre Arten. Das Zahlen-Verhältniss, welches die 9 kosmopolitischen Arten zu den 102 particulären Species einnehmen, ergiebt sich am besten aus der nachstehenden Tabelle, in welcher die Summe der Calcispongien-Arten in jedem der drei grossen Reiche durch die mit S bezeichnete Columne, die Zahl der particulären Arten durch die Columne P und die Zahl der kosmopolitischen Arten durch die Columne K angegeben ist.

Chorologische Tabelle über das Verhältniss der kosmopolitischen Arten (K) zu den particulären Species (P) und zur Gesammtsumme der Calcispongien-Arten in jedem Reiche (S).

	Atlantisches Reich			Pacifisches Reich			Indisches Reich		
	S	P	K	S	P	K	S	P	K
Ascones	30	27	3	5	3	2	8	6	2
Leucones	20	18	2	8	6	2	11	8	3
Sycones	26	23	3	5	3	2	10	8	2
Summa	76	68	8	18	12	6	29	22	7

6. Calcispongien-Fauna des atlantischen Reiches.

Das atlantische Reich umfasst das gesammte Küsten-Gebiet des atlantischen Oceans, die Westküsten von Europa und Africa, vom Nord-Cap bis zum Cap der guten Hoffnung, und auf der anderen Seite die Ostküste von America, von Grönland bis zum Feuerland. Auch das Mittelmeer, die Ostsee und das atlantisch-arctische Meer, welches die Küsten von Spitzbergen und Grönland umspült, ist diesem Gebiete noch zuzurechnen. Auf das Küsten-Gebiet dieses grossen Reiches kommen mehr als zwei Drittel von den 111 bis jetzt bekannten Kalkschwämmen, nämlich 76 Arten, und zwar 30 Asconen, 20 Leuconen und 26 Syconen. Unter diesen befinden sich 8 kosmopolitische Arten, welche ausserdem noch im pacifischen oder im indischen Reiche, oder in beiden vorkommen. Demnach bleiben 68 Species übrig, welche bis jetzt bloss im atlantischen Reiche gesammelt worden sind.

Dieser unverhältnissmässige Reichthum an Kalkschwämmen ist grösstentheils offenbar nur dem Umstande zuzuschreiben, dass das atlantische Reich, und vor allen die europäischen Küsten, viel genauer bezüglich seiner Küsten-Fauna untersucht ist, als das pacifische und das indische Reich. Jedoch gilt dies nur von einem Theile

der Provinzen, in welche man dieses Reich eintheilen kann. Wir können im Ganzen 6 solcher Provinzen unterscheiden, nämlich 1) das Mittelmeer; 2) die west-europäische Küste nebst der Ostsee; 3) die grönländische Küste nebst Spitzbergen; 4) die Ostküste von Nord-Amerika; 5) die Ostküste von Süd-America; 6) die Westküste von Africa. Von diesen 6 Provinzen sind bei weitem am genauesten untersucht das Mittelmeer und die West-Europäische Küste. Auf das erstere allein kommen 26, auf die letztere sogar 34 von den 76 Arten des atlantischen Reiches. Weniger reich ist das grönländische Meer (mit 12 Arten) und die Ost-Küste von Nord-America (mit 19 Arten); von der Ostküste Süd-Americas kennen wir nur 7 Arten. Fast ganz unbekannt ist die Westküste von Africa. Wenn wir von den Kalkschwämmen des Caplandes absehen, welche besser zum indischen Reich gerechnet werden, so sind nur an einem einzigen Punkte der west-afrikanischen Küste Kalkschwämme gesammelt worden; das sind die wenigen Arten, welche ich selbst bei Mogador, an der Küste von Marocco gesammelt habe. Aus der Ostsee und dem schwarzen Meere ist nicht ein einziger Kalkschwamm bekannt.

Mittelmeer-Provinz (A und B in der Tabelle p. 430).

Diese Provinz ist nebst der folgenden (west-europäischen) hinsichtlich ihrer Kalkschwamm-Fauna am genauesten untersucht. Sie zerfällt durch die italienische Halbinsel in zwei Bezirke, den östlichen und den westlichen Bezirk. Der östliche Bezirk (A in der Tabelle p. 430) enthält 21 Arten, welche sämmtlich im adriatischen Meere, grösstentheils an der dalmatischen Küste (meistens von Oscar Schmidt, Camil Heller und mir selbst) gesammelt worden sind. An der Küste der Insel Lesina und den nahe gelegenen Spalmadori-Klippen habe ich sämmtliche 21 Arten lebend beobachtet. 7 von diesen Arten sind neu, 14 bereits in den Werken von O. Schmidt beschrieben (s. oben p. 41). Der westliche Bezirk des Mittelmeeres (B in der Tabelle p. 430) besitzt nur 15 Arten, welche meistens in Nizza, Neapel und Messina von mir selbst gefunden wurden. Die Gesammt-Zahl der Calcispongien, welche bis jetzt im Mittelmeere beobachtet wurden, beträgt 26 Arten. Von diesen sind 11 Arten bisher bloss im östlichen Bezirke (in der Adria), 5 Arten bloss im westlichen Bezirke gefunden worden; 10 Arten sind beiden Bezirken gemeinsam. Die Hälfte von den 26 mediterranen Species kommen auf die Familie der Syconen (13 Arten); zu den Asconen gehören 9, zu den Leuconen aber nur 4 Arten. Kosmopolitische Species befinden sich darunter 5, nämlich *Ascetta primordialis, Leucetta primigenia* und 3 Arten *Sycandra (coronata, raphanus, elegans)*. Weit verbreitet in beiden Theilen des Mittelmeeres scheinen namentlich *Ascandra Lieberkühnii, Leucandra aspera* und *Sycandra setosa* zu sein.

Unter den 21 Species des adriatischen Meeres, welche ich sämmtlich auf der dalmatischen Insel Lesina gesammelt habe, und von denen 11 Arten bisher bloss

aus der Adria bekannt sind, verdienen als besonders characteristisch und interessant folgende hervorgehoben zu werden: *Ascetta clathrus, Ascaltis cerebrum, Ascandra reticulum; Sycyssa Huxleyi, Sycaltis conifera* und 3 *Sycandra*-Arten *(capillosa, Schmidtii, Humboldtii)*; hingegen besitzt die Adria nicht eine einzige eigenthümliche Leucon-Art. Im Ganzen befinden sich unter den 21 adriatischen Calcispongien: 6 Asconen, 2 Leuconen, 13 Syconen; ein sehr auffallendes Verhältniss.

Auf den westlichen Bezirk des Mittelmeeres, welcher viel weniger bekannt ist, kommen hingegen 5 Asconen, 4 Leuconen, 6 Syconen. Unter den 15 Arten dieses Gebietes sind besonders characteristisch: *Ascyssa troglodytes, Ascaltis Gegenbauri, Leucandra crambessa*; unter den Syconen dieses Bezirks ist aber keiner ihm eigenthümlich.

West-Europäische Provinz (C in der Tabelle p. 430)
(Ostküsten des Nord-Atlantischen Oceans).

Diese Provinz ist unter allen hier unterschiedenen Provinzen an Kalkschwämmen die reichste, indem sie von den 111 Species unseres natürlichen Systems nicht weniger als 34 Arten, also beinahe ein Drittel enthält. Dieses ausserordentliche Uebergewicht ist ohne Zweifel der sorgfältigeren Durchforschung, welche diese Provinz, und namentlich die britischen und norwegischen Küsten erfahren haben, zuzuschreiben. Die Grenzen dieser West-Europäischen Provinz liegen zwischen den Isothermen von 0° und 25°. Sie umfasst mithin die ganze atlantische Küste von Europa (vom Nordcap an), und ferner die atlantische Küste von Africa bis zum Cap Blanco oder bis zum Wendekreis des Krebses. Ausser den atlantischen Küsten des europäischen Festlandes und des maroccanischen Gebietes sind aber auch die Küsten aller benachbarten Inseln mit inbegriffen, namentlich also die Lofodden, Island, Far-Öer, Shetland, Britannien, Irland, die normannischen Inseln, Madeira und die canarischen Inseln. Unter den 34 Species dieser Provinz befinden sich 16 Asconen, 10 Leuconen und 8 Syconen. Darunter sind 6 kosmopolitische Arten (2 Asconen, 2 Leuconen, 2 Syconen). Als besonders characteristisch sind folgende Arten hervorzuheben: *Ascetta coriacea, Ascaltis botryoides, Ascandra complicata, Leucyssa incrustans, Leucandra Gossei, Leucandra nivea, Sycandra ciliata, Sycandra compressa, Sycandra utriculus.*

Es können in der west-europäischen Provinz hinsichtlich ihrer Calcispongien-Fauna folgende Bezirke unterschieden werden: 1) der canarische, 2) der lusitanische, 3) der britische, 4) der norwegische und 5) der baltische Bezirk.

Der canarische Bezirk, an der Südgrenze der west-europäischen Provinz, erstreckt sich von der Gibraltar-Strasse bis zum Cap Blanco und umfasst ausser der atlantischen Küste von Marocco namentlich die canarischen Inseln, Madeira und die Azoren. Aus diesem Bezirke sind nur diejenigen Kalkschwämme bekannt, welche

Miklucho und ich selbst auf der canarischen Insel Lanzerote (in Puerto Arrecife und Puerto Naos) gesammelt haben (*Ascetta blanca, Ascaltis canariensis, Sycandra elegans*): ferner diejenigen Species, welche ich auf meiner Rückreise von den canarischen Inseln an der maroccanischen Küste bei Mogador, und in der Strasse von Gibraltar bei Algesiras und Tarifa (an der Südspitze Europa's) gesammelt habe. Die Zahl dieser Arten ist gering; die meisten kommen zugleich im Mittelmeere vor, einige auch auf den Antillen. Dem canarischen Bezirk eigenthümlich erscheinen nur 2 Ascon-Arten: *Ascaltis canariensis* von Lanzerote und *Ascandra echinoides* von Tarifa.

Der lusitanische Bezirk (oder der iberisch-gallische Bezirk), welcher von der Gibraltar-Strasse bis zum Ausgang des Canals de la Manche, beim Cap Finisterre, sich erstreckt, und die atlantischen Küsten von Portugal, Spanien und Frankreich umfasst, ist hinsichtlich seiner Calcispongien-Fauna sehr wenig bekannt. Die wenigen, hier gefundenen Arten sind grösstentheils von Mièvre an den Küsten der Bretagne, von Barboza du Bocage an der Küste von Portugal gesammelt worden. Sie stimmen meistens mit den Arten der normannischen Inseln und mit denjenigen überein, welche Lacaze-Duthiers an den Küsten der Normandie fand. Unter letzteren ist die schöne *Ascandra pinus* hervorzuheben, als einer der zierlichsten Kalkschwämme. Sonst befinden sich unter den Calcispongien des lusitanischen Bezirkes keine eigenthümlichen Formen. Von den Küsten des Golfs von Biscaya sind noch gar keine Kalkschwämme bekannt.

Der britische Bezirk, die Küsten von England, Schottland und Irland, und die nächstgelegenen kleinen Insel-Gruppen, namentlich die Hebriden und Orkney-Inseln im Norden, die Normannischen Inseln im Süden umfassend, ist ohne Zweifel hinsichtlich seiner Spongien-Fauna der bestbekannte und am genauesten untersuchte Bezirk der Erde. Dank dem besonderen Eifer zahlreicher englischer Naturforscher, unter denen schon im vorigen Jahrhundert Ellis und Solander, dann besonders Grant (1825) und Johnston (1842), in neuerer Zeit Bowerbank und Norman hervorzuheben sind, ist die Spongien-Fauna der britischen Küsten gegenwärtig vollständiger bekannt, als irgend eine andere. Dem entsprechend ist denn auch die Zahl der hier gefundenenen Calcispongien unverhältnissmässig gross und beträgt 22 Species, also ein Fünftel der bis jetzt bekannten Arten-Zahl. Unter diesen 22 Arten, welche ich vorzugsweise nach zahlreichen Exemplaren in der ausgezeichneten Sammlung britischer Kalkschwämme von Reverend A. Merle-Norman genau untersucht habe, befinden sich 7 Asconen, 7 Leuconen und 8 Syconen. 4 von diesen sind kosmopolitisch: *Ascandra variabilis*, *Leucaltis pumila*, *Sycandra coronata* und *Sycandra elegans*. 4 andere Species, nämlich *Ascortis lacunosa*, *Ascandra contorta*, *Ascandra botrys* und *Leucandra Johnstonii* scheinen dem britischen Bezirke eigenthümlich zu sein. Die normannischen Inseln an der Küste der Normandie (Guernsey,

Jersey, Sark etc.), welche an Spongien sehr reich zu sein scheinen, stehen schon auf der Grenze des britischen Bezirkes. Sie besitzen 9 Species (3 Asconen, 3 Leuconen und 3 Syconen), und unter diesen befinden sich 5, welche an den britischen Küsten nicht vorkommen. Von diesen 5 Arten scheint eine (*Ascandra contorta*) den normannischen Inseln eigenthümlich zu sein; die 4 anderen kommen ausserdem nur südlicher vor (*Leucaltis pumila, Sycortis quadrangulata, Sycandra elegans* und *Sycandra glabra*).

Der norwegische Bezirk ist bis jetzt vorzugsweise durch die Calcispongien der norwegischen Küste vertreten, deren Zahl sich auf 14 Arten beläuft (6 Asconen, 5 Leuconen, 3 Syconen). Nur 2 von diesen 14 Species sind der Küste von Norwegen eigenthümlich (*Asculmis armata* und *Leuculmis echinus*). Die übrigen Arten kommen meistens zugleich im britischen Bezirke, einige auch in der atlantisch-arctischen Provinz vor. Die Inseln des norwegischen Bezirks, die Lofodden, Island, Far-Öer, Shetland und die dänischen Inseln des Sundes und Beltes, haben bisher keine eigenthümlichen Kalkschwämme gezeigt. *Ascetta sagittaria* ist bisher nur im grossen Belt gefunden. Die drei Species, welche die Insel Helgoland besitzt (*Ascandra complicata, Leucandra nivea, Sycandra ciliata*) kommen ebenso an den norwegischen, wie an den britischen Küsten vor.

Der baltische Bezirk scheint gar keine Kalkschwämme zu enthalten. In dem eigentlichen Ostsee-Becken, östlich von der Insel Rügen (östlich vom 31° Oest. L.), im finnischen und botnischen Busen ist bisher noch kein einziger Kalkschwamm gefunden worden. (Die wenigen Arten, welche im System als in der Ostsee einheimisch angegeben sind, wurden am westlichen Ausgang derselben im Sund und Belt gesammelt). Auch von den sandigen Küsten des westlichen Deutschlands, von den Küsten Hollands und Belgiens sind bis jetzt keine Kalkschwämme bekannt.

Grönländische Provinz (D in der Tabelle p. 430)
(Küsten von Grönland und Spitzbergen).

Die grönländische oder arctisch-atlantische Provinz, welche die Küsten des grönländischen Meeres, die Gestade von Grönland und Spitzbergen umfasst, scheint an Kalkschwämmen verhältnissmässig sehr reich zu sein. Es sind von hier nicht weniger als 12 Arten bekannt: 4 Asconen, 3 Leuconen und 5 Syconen; darunter keine einzige kosmopolitische Art. 5 von diesen 12 Species sind der grönländischen Provinz eigenthümlich. Die 7 anderen kommen ausserdem noch an südlicheren Stellen des nord-atlantischen Oceans vor. Nur eine von jenen 12 Arten (*Ascyssa acufera*) ist Spitzbergen eigenthümlich. Die anderen 11 kommen sämmtlich an der Küste von Grönland vor, 4 Arten zugleich in Spitzbergen. 8 von den 11 Grönländischen Arten befinden sich im Museum von Kopenhagen und sind bereits früher von O. Schmidt in den Atlantischen Spongien (1870, p. 73) beschrieben worden. Sie

scheinen an dieser Küste keineswegs selten zu sein, da sie von mehreren verschiedenen Reisenden, an einer ziemlich grossen Anzahl von Küstenpunkten, und mehrere Arten in zahlreichen Exemplaren gesammelt wurden. Zwei Arten sind bei der letzten deutschen Nordpol-Expedition von PANSCH an der Ostküste Grönlands auf der Nord-Shannon-Insel gefunden worden (*Ascaltis Lamarckii* und *Sycaltis glacialis*). Die 5 Species von Spitzbergen verdanke ich theils Dr. EMIL BESSELS, theils Dr. GOTTLIEB VON KOCH. Ist schon die relativ sehr bedeutende Frequenz der Kalkschwämme an diesen Eismeer-Küsten sehr auffallend, so erscheint noch merkwürdiger der Umstand, dass die meisten dieser arktischen Species zu den stattlichsten und differenzirtesten Calcispongien, einige zu den allergrössten Arten gehören: vor Allen *Ascaltis Lamarckii*, *Leucandra stilifera*, *Sycandra arctica* und *Sycandra utriculus*.

Nordost-Americanische Provinz (E in der Tabelle p. 430)
(Westküsten des Nord-Atlantischen Oceans).

Diese Provinz umfasst die atlantische Küste von Nord-America vom 60° bis zum 10° Nördlicher Breite, von Labrador bis zum Isthmus von Panama; die Inseln New-Foundland und Bahama, die grossen und kleinen Antillen. Im Ganzen sind die Kalkschwämme dieses grossen Gebietes noch ausserordentlich unbekannt, besonders wenn man erwägt, wie eifrig in den letzten 20 Jahren die marine Fauna an der atlantischen Küste der vereinigten Staaten von zahlreichen Sammlern untersucht worden ist. Die geringe Zahl von 19 Arten, welche auf dieses Gebiet fällt, besteht aus 6 Asconen, 6 Leuconen und 7 Syconen; darunter 2 Kosmopoliten. Fast der dritte Theil derselben, und zwar 6 sehr eigenthümliche Species, sind bis jetzt blos an der Küste von Florida (von ALEXANDER AGASSIZ und POURTALES) gefunden worden: besonders interessant sind *Leucaltis clathria*, *Sycaltis perforata* und *Sycaltis ovipara*. Von den übrigen 13 Arten gehören die meisten den Antillen an, darunter besonders wichtig (übrigens den vorher genannten nahe verwandt): *Leucetta corticata* und *Sycaltis testipara* von Cuba. Ein paar eigenthümliche Arten sind auch bei New-Foundland gefunden worden. An der ganzen langen Küstenstrecke aber vom 30—45° nördlicher Breite ist bis jetzt bloss ein einziger Kalkschwamm beobachtet: *Ascortis fragilis* (= *Leucosolenia botryoides* von JAMES-CLARK).

Südost-Americanische Provinz (F in der Tabelle p. 430)
(West-Küste des Süd-Atlantischen Oceans).

Diese Provinz ist noch weniger als die vorige durchforscht. Wir kennen bis jetzt aus diesem ausgedehnten Gebiete, welches die ganze Ostküste von Süd-America umfasst, nur 7 Calcispongien: 2 Asconen, 1 Leucon und 4 Syconen. Die beiden Asconen und ein Sycon sind kosmopolitisch. Dagegen befinden sich unter den Syconen einige sehr eigenthümliche Arten, namentlich *Syculmis synapta* und *Sycandra ampulla*. Die Küsten-Puncte Süd-America's, an denen diese wenigen Kalkschwämme gesammelt

wurden, sind Desterro (Fritz Müller), Bahia (Andrea) und Rio-Janeiro (Wendt) an der brasilischen Küste, sowie Caracas (Gollmer) an der Küste von Venezuela.

7. Calcispongien-Fauna des pacifischen Reiches.

Das ungeheuere pacifische Reich, dessen östliche Grenze durch die Westküste Americas, dessen westliche Grenze durch die Ostküste Asiens, die Philippinen, Neu-Guinea und die Ost-Küste Australiens gebildet wird, ist hinsichtlich seiner Spongien-Fauna noch äusserst wenig durchforscht. Nur von einzelnen Puncten sind ein paar Kalkschwämme zufällig von Reisenden mitgebracht worden; von Valparaiso, Californien, Honolulu, Japan, Hongkong, Bohol, Viti, Sidney. Wir kennen daher diese ausgedehnten Küstenstriche und Insel-Massen hinsichtlich ihrer Kalkschwämme viel weniger als die kleinen Bezirke des atlantischen Reiches. Während die Gesammtzahl der westeuropäischen Calcispongien 34 Arten, diejenige des Mittelmeeres 26 Arten beträgt, beläuft sich diejenige des pacifischen Reiches bloss auf 18 Arten, 5 Asconen, 8 Leuconen und 5 Syconen. Unter diesen befinden sich aber 6 kosmopolitische Arten, so dass bloss 12 eigenthümliche Arten für das pacifische Reich übrig bleiben. Von diesen sind jedoch mehrere bemerkenswerthe Arten hervorzuheben, namentlich die beiden Species von *Ascilla (gracilis, japonica)*, zwei *Leucandra*-Arten *(cataphracta, ochotensis)* und zwei *Sycetta*-Species *(strobilus, cupula)*, sowie die schöne *Sycandra arborea.*

Südwest-Americanische Provinz (G in der Tabelle p. 430)
(Südost-Küste des pacifischen Oceans).

Diese Provinz, welche die Westküste von Süd-America umfasst, hat bisher nur 3 Species von Calcispongien geliefert, und zwar nur 3 kosmopolitische Arten, welche in der Nähe von Valparaiso gesammelt wurden, nämlich *Ascetta primordialis, Leucetta primigenia* und *Sycandra coronata.*

Nordwest-Americanische Provinz (H in der Tabelle p. 430)
(Nordost-Küste des pacifischen Oceans).

Von dieser Provinz, welche die Westküste von Nord-America, vom Isthmus von Panama bis zur Behringsstrasse umfasst, und zu der wir auch noch die nächstgelegene Gruppe der Sandwich-Inseln ziehen, sind nur 6 Arten von Kalkschwämmen bis jetzt bekannt, und zwar 2 Asconen, 2 Leuconen und 2 Syconen. Die Hälfte dieser 6 Arten ist von Brown an der Küste von Californien, die andere Hälfte von Haltermann bei Honolulu gesammelt. Besonders bemerkenswerth sind aus dieser Provinz *Ascilla gracilis, Leucetta sagittata* und *Sycetta strobilus.*

Ost-Asiatische Provinz (I in der Tabelle p. 430)
(Nordwest-Küste des pacifischen Oceans).

Diese Provinz umfasst die Ostküste Asiens und der nächstgelegenen Inseln (Kurilen, Japan, Formosa, Philippinen), sowie die polynesischen Insel-Gruppen, welche

nördlich vom Aequator und westlich vom 180. Meridian liegen. Aus diesem küstenreichen Gebiet sind im Ganzen nur 9 Arten von Kalkschwämmen bekannt: 3 Asconen, 4 Leuconen und 2 Syconen. Darunter befinden sich 4 kosmopolitische Formen, so dass nur 5 Species als dem Gebiet eigenthümlich zu betrachten sind. 2 von diesen Arten fallen auf das Ochotskische Meer (*Leucyssa cretacea* und *Leucandra ochotensis*); 3 auf Japan (von Gildemeister gesammelt) (*Ascilla japonica*, *Leucyssa spongilla*, *Sycetta cupula*). Von der ganzen Ostküste des asiatischen Festlandes sind nur 2 Calcispongien bekannt: die *Leucyssa cretacea* von Kamtschatka und die kosmopolitische *Leucandra alcicornis*, welche zuerst Harland in Hongkong gesammelt hat. Auf den Philippinen hat Semper 4 Arten gesammelt, sämmtlich kosmopolitisch, nämlich: *Ascetta primordialis*, *Ascetta blanca*, *Leucandra alcicornis* und *Sycandra raphanus*.

Ost-Australische Provinz (K in der Tabelle p. 430)
(Südwestliche Küsten des pacifischen Oceans).

Dies Gebiet umfasst Neu-Guinea, die Ostküste von Australien, Neuholland und den südlichen Theil Polynesiens, unterhalb des Aequator. Wir kennen nur 6 Arten von Calcispongien: 1 Ascon, 3 Leuconen und 2 Syconen. Darunter befinden sich 3 Kosmopoliten und nur 3 eigenthümliche Arten: *Leucandra cataphracta* von Sidney, *Leucandra bomba* von den Viti-Inseln und *Sycandra arborea* von Sidney. Von Neu-Guinea, Neu-Seeland und von dem süd-polynesischen Archipelagus (mit einziger Ausnahme der Viti-Inseln) sind noch gar keine Kalkschwämme bekannt.

8. Calcispongien-Fauna des indischen Reiches.

Das dritte grosse Reich, welches für die Chorologie der Calcispongien in Betracht kommt, wird durch die Küsten des indischen Oceans und seiner Inseln gebildet, und umfasst im Osten, von der Bass-Strasse beginnend, die ganze Südküste und Westküste Australiens, und den Sunda-Archipel, im Norden die ganze Südküste Asiens und im Westen die ganze Ostküste und Südküste Africas bis zum Cap der guten Hoffnung. Die Kalkschwämme dieses Reiches, obwohl viel weniger untersucht, als die des atlantischen Reiches, sind doch besser bekannt als diejenigen des viel grösseren pacifischen Reiches. Ihre Gesammtzahl beträgt 29 Species, und zwar 8 Asconen, 11 Leuconen, 10 Syconen. Darunter befinden sich allerdings 7 mehr oder weniger kosmopolitische Arten, so dass nur 22 dem indischen Reiche eigenthümliche Arten übrig bleiben. Besonders characteristisch scheinen für das indische Reich folgende Arten zu sein: *Ascaltis Darwinii*, *Ascandra nitida*: *Leucortis pulvinar*, *Leucandra cucumis*; *Sycetta primitiva*, *Sycandra alcyoncellum*. Verhältnissmässig reich erscheint die Ausbeute an Kalkschwämmen auf drei kleinen Strecken dieses ausgedehnten Gebietes, nämlich von der Bass-Strasse (der südöstlichen Ecke Australiens),

von dem Caplande (der südöstlichen Ecke Africas) und aus dem südöstlichen Theile des rothen Meeres. Hingegen ist von den übrigen Theilen des indischen Reiches nur sehr wenig bekannt. Namentlich ist von der ganzen Ostküste Africas, von Bab-el-Mandeb bis Port-Natal, und von Madagascar noch kein einziger Kalkschwamm bekannt. Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse unterscheiden wir hier nur folgende 4 Provinzen: die südwest-australische, die südasiatische, die südafricanische und die arabische Provinz.

Südwest-Australische Provinz (L in der Tabelle p. 430).

Diese Provinz umfasst die Südküste und die Westküste Australiens, von denen namentlich die erstere durch eine verhältnissmässig bedeutende Anzahl von Kalkschwämmen vertreten ist. Im Ganzen sind uns aus dieser Provinz 14 Species bekannt, und zwar 2 Asconen, 7 Leuconen und 5 Syconen. Darunter befinden sich 5 kosmopolitische und 9 eigenthümliche Arten; unter letzteren 1 Ascon, 4 Leuconen und 4 Syconen. Besonders merkwürdige Arten sind *Leucetta pandora*, *Leucandra cucumis*, *Leucandra saccharata*, *Sycetta primitiva*, *Sycandra laevigata* und *Sycandra alcyoncellum*. Die meisten Arten dieser Provinz sind von WENDT, SCHOMBURGK und anderen in der Bass-Strasse und im Golf S. Vincent gesammelt worden; Gegenden, die überhaupt an interessanten Spongien und Acalephen ausnehmend reich zu sein scheinen.

Süd-Asiatische Provinz (M in der Tabelle p. 430).

Aus dieser grossen Provinz, welche den Sunda-Archipel und die ganze Südküste Asiens bis zur Bab-el-Mandeb-Enge umfasst, sind verhältnissmässig nur sehr wenige Calcispongien bekannt, nämlich nur 11 Species: 4 Asconen, 4 Leuconen und 3 Syconen. Unter diesen befinden sich 4 kosmopolitische und 7 indische Arten, darunter besonders bemerkenswerth *Ascetta flexilis*, *Ascandra sertularia* und *Sycetta sagittifera*. Die meisten Arten dieser Provinz sind von MULDER in Java, von PUTNAM in Singapore und von WRIGHT in Ceylon gesammelt worden. Mehrere Arten sind mit einigen der vorigen Provinz identisch.

Süd-Africanische Provinz (N in der Tabelle p. 430).

Der Küstenstrich des Caplandes, welcher sich von Port-Natal im Osten bis zur Capstadt im Westen erstreckt, hat eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Kalkschwämmen geliefert, nämlich 13 Arten: 4 Asconen, 6 Leuconen, 3 Syconen. Darunter befinden sich 6 mehr oder weniger kosmopolitische, hingegen 7 eigenthümliche Arten, von denen namentlich folgende von besonderem Interesse sind: *Ascandra cordata*, *Ascandra nitida*, *Leucetta trigona*, *Leucandra lunulata*, *Sycandra ramosa* und *Sycandra hystrix*. Letztere gehören zu den eigenthümlichsten und am meisten differenzirten Formen der Calcispongien. Die meisten dieser südafricani-

schen, zum Theil sehr merkwürdigen Kalkschwämme, verdanke ich meinem Vetter Wilhelm Bleek, dem Erforscher der südafricanischen Sprachen; einige andere sind von verschiedenen Reisenden, besonders in der an Spongien sehr reichen Algoa-Bay gesammelt worden.

Arabische Provinz (Rothes Meer, O in der Tabelle p. 430).

Die arabische Provinz umfasst bloss die Gestade des rothen Meeres, von denen mir 7 Calcispongien bekannt geworden sind: 2 Asconen, 3 Leuconen und 2 Syconen. Unter diesen befinden sich 3 kosmopolitische Arten; 2 Arten, welche zugleich in der süd-asiatischen Provinz vorkommen, und 2 Arten, welche dem rothen Meere eigenthümlich sind, nämlich *Leucaltis bathybia* und *Sycetta stauridia*. Die meisten dieser arabischen Kalkschwämme sind von Siemens bei der Insel Perim und von Miklucho bei Djeddah gesammelt worden.

9. Uebersicht einzelner Faunen.

1. Calcispongien-Fauna des Mittelmeeres (26 Species). [Die Arten, welche bisher bloss im östlichen Bezirke des Mittelmeeres (in dem adriatischen Meere) gefunden wurden, sind mit A; diejenigen, welche bloss im westlichen Bezirke gefunden wurden, mit W; und diejenigen, welche in beiden Bezirken gefunden wurden, mit M bezeichnet.] Ascetta primordialis M, A. clathrus A, Ascyssa troglodytes W, Ascaltis cerebrum A, A. Gegenbauri W, A. Goethei W, Ascandra falcata A, A. reticulum A, A. Lieberkühnii M. Leucetta primigenia W, Leucaltis solida M, Leucandra crambessa W, L. aspera M. Sycilla cylindrus A, S. chrysalis A, Sycyssa Huxleyi A, Sycaltis conifera A, Sycortis quadrangulata M, Sycandra coronata M, S. raphanus M, S. capillosa A, S. setosa M, S. Schmidtii A, S. elegans M, S. Humboldtii A, S. glabra M.

2. Calcispongien-Fauna von Britannien (22 Species). [Die Arten, welche mit einem B bezeichnet sind, kommen an der britischen Küste und auf den Normannischen Inseln vor; die Arten, welche mit einem N bezeichnet sind, kommen auf den Normannischen Inseln, aber nicht an der britischen Küste vor.] Ascetta coriacea B, Ascaltis botryoides, Ascortis lacunosa, Ascandra contorta N, A. complicata, A. botrys B, A. variabilis, Leucyssa incrustans, Leucaltis pumila N, Leucandra caminus, L. Gossei B, L. ananas, L. nivea, L. Johnstonii B, Sycortis quadrangulata N, Sycandra ciliata, S. coronata, S. villosa, S. elegans N, S. glabra N, S. compressa, S. utriculus.

3. Calcispongien-Fauna von Helgoland (3 Species). Ascandra complicata, Leucandra nivea, Sycandra ciliata.

4. Calcispongien-Fauna von Norwegen (14 Species). [Die Norwegen eigenthümlichen Arten sind durch ein †, diejenigen, welche zugleich an den britischen Küsten vorkommen, durch ein B bezeichnet.] Ascetta coriacea B, Ascortis corallorrhiza, A. fragilis, Asculmis armata †, Ascandra complicata B, A. variabilis B,

Leucyssa incrustans, Leuculmis echinus †, Leucandra caminus B, L. ananas B, L. nivea B. Sycandra ciliata B, S. villosa B, S. compressa.

5. Calcispongien-Fauna von Grönland (12 Species). [Diejenigen Arten, welche zugleich in Grönland und Spitzbergen vorkommen, sind mit einem † bezeichnet. Nur von Spitzbergen ist *Ascyssa acufera* bekannt (S).] Ascyssa acufera S, Ascaltis Lamarckii, Ascortis Fabricii, A. corallorrhiza, Leucandra Egedii †, L. ananas, L. stilifera. Sycaltis glacialis †, Sycandra ciliata †, S. arctica †, S. compressa, S. utriculus.

6. Calcispongien-Fauna des Caraibischen Meeres (14 Species). [Die Arten, welche bisher bloss an der Küste von Florida gefunden wurden, sind mit F; die Arten, welche bloss auf den Antillen gefunden wurden, mit A bezeichnet.] Ascaltis Lamarckii, Ascortis horrida F, Ascandra panis F, Leucetta primigenia, L. corticata A, Leucilla amphora A, Leucaltis floridana F, L. clathria F, Leucandra caminus, Sycaltis perforata F, S. testipara A, S. ovipara F, Sycandra villosa, S. elegans.

7. Calcispongien-Fauna von Australien (17 Species). [Die Arten, welche bisher bloss an der Südküste von Australien (in der Bass-Strasse und im Golf S. Vincent) gefunden wurden, sind mit S, die beiden der Ostküste (Sidney) eigenthümlichen Arten mit O bezeichnet.] Ascetta primordialis, Ascandra densa S, Leucetta primigenia, L. pandora S, Leucaltis pumila, Leucortis pulvinar, Leucandra alcicornis, L. cataphracta O, L. cucumis, L. saccharata S, Sycetta primitiva S, Sycilla cyathiscus S, Sycortis laevigata S, Sycandra coronata, S. raphanus, S. arborea O. S. alcyoncellum.

8. Calcispongien-Fauna von Süd-Africa (13 Species). [Die Arten, welche bisher bloss an der Küste des Caplandes (von der Capstadt bis Port-Natal) gefunden wurden, sind durch ein C bezeichnet.] Ascetta primordialis, Ascandra cordata C, A. nitida C, A. variabilis, Leucetta primigenia, L. trigona C, Leucilla capsula C, Leucaltis pumila, Leucandra alcicornis, L. lunulata C, Sycandra elegans, S. ramosa C, S. hystrix C.

9. Calcispongien-Fauna des rothen Meeres (7 Species). [Die dem rothen Meere eigenthümlichen beiden Arten sind mit R bezeichnet.] Ascetta primordialis, Ascaltis Darwinii, Leucetta primigenia, Leucaltis bathybia R, Leucortis pulvinar, Sycetta stauridia R, Sycandra raphanus.

10. Generelle chorologische Resultate.

Aus der vorstehenden kurzen Characteristik der Calcispongien-Fauna im atlantischen, pacifischen und indischen Gebiete wird zur Genüge einleuchten, dass unsere bisherigen Erfahrungen über die geographische Verbreitung der Calcispongien viel zu unvollständig, lückenhaft und ungleichmässig sind, um daraus generelle chorologische Gesetze schöpfen zu wollen. Der genauen Kenntniss, welche wir jetzt von den Kalkschwämmen der europäischen Küsten, oder vielmehr eines geringen Bruchtheiles dieser Küsten, besitzen, steht

gegenüber die unvollständige Kenntniss, welche mir von vielen, und die vollständige Unkenntniss, welche wir von den meisten nicht-europäischen Küsten haben. Unzweifelhaft wird es noch sehr lange dauern, ehe durch fortgesetzte Erforschung dieser letzteren jene grossen Lücken ausgefüllt und unsere Uebersicht über die geographische Verbreitung der Kalkschwämme, wie der Spongien überhaupt, einigermassen abgerundet wird. Trotzdem ist es doch wohl gestattet, hier wenigstens auf einige generelle chorologische Resultate hinzuweisen, welche sich schon jetzt aus den vorher aufgeführten Thatsachen zu ergeben scheinen.

Zunächst dürfte wohl als das wichtigste und am meisten auffallende Resultat hervorzuheben sein, dass der Einfluss des Klimas auf die geographische Verbreitung der Calcispongien-Species äusserst gering zu sein scheint. Dies gilt sowohl von der Qualität, als von der Quantität der Species in den verschiedenen Zonen. Das allgemeine, für die meisten Organismen-Gruppen zutreffende Gesetz, dass die Zahl und Mannichfaltigkeit der Formen nach dem Aequator hin wächst, nach beiden Polen hin abnimmt, gilt für die Kalkschwämme nicht. Im Gegentheil erscheint die Verbreitung derselben, im Ganzen genommen, durch alle Zonen hindurch auffallend gleichmässig zu sein.

Aus der Tropen-Zone kennen wir Kalkschwämme von ziemlich vielen verschiedenen Punkten. An der tropischen Ost-Küste Amerikas sind hervorzuheben: die Antillen (Cuba, Portorico, Barbados), ferner Caracas in Venezuela, Bahia und Rio de Janeiro; im polynesischen Archipel: Honolulu und die Viti-Inseln; in der Tropenzone Asiens: Hongkong, die Philippinen, Java, Singapore, Ceylon, Perim und Djeddah an der arabischen Küste. Hingegen kennen wir noch gar keine Kalkschwämme von den tropischen Küsten Africas, Australiens und von der tropischen Westküste Americas. Nehmen wir nun alle Species zusammen, welche an jenen vorher genannten Puncten gefunden wurden, so ergiebt sich erstens eine verhältnissmässig geringe Zahl, und zweitens zeigt sich, dass in der Tropen-Zone keine besonders ausgezeichneten Formen vorkommen, welche sehr auffallend von denen der gemässigten und kalten Zone verschieden wären.

Die gemässigte Zone der südlichen Erdhälfte ist vorzugsweise durch die vorher aufgeführten beiden eigenthümlichen Faunen von Süd-Australien und Süd-Africa bekannt, während wir von derjenigen Süd-Americas nur äusserst wenig wissen. Jene beiden Faunen aber zeigen erstens eine verhältnissmässig ansehnliche Zahl von Kalkschwämmen, und zweitens unter diesen einen beträchtlichen Theil von eigenthümlichen Arten, welche von denjenigen der nördlichen Erdhälfte theilweise bedeutend verschieden sind.

Die gemässigte Zone der nördlichen Erdhälfte enthält bei weitem die überwiegende Mehrzahl der bis jetzt bekannten Arten, zunächst offenbar aus dem schon angeführten Grunde, weil die mittelländischen und die atlantischen Küsten Europas weit genauer durchforscht sind, als die Küsten aller andern Erdtheile. Von der nördlichen gemässigten Zone Americas und Asiens kennen wir bis jetzt nur eine viel geringere Anzahl von Arten. Doch lässt sich schon aus dieser der Schluss ziehen, dass diese Küsten neben manchen gemeinsamen auch viele eigenthümliche, nicht unwesentlich verschiedene Arten besitzen werden, und dass namentlich die Calcispongien-Fauna der westlichen gemässigten Zone, des nord-pacifischen Oceans, bedeutend von denjenigen des östlichen, des atlantischen Oceans verschieden ist.

Die kalte Zone kommt bloss auf der nördlichen Erdhälfte in Betracht, und hier

besitzen wir Kalkschwämme nur von den Küsten Grönlands und Spitzbergens, nicht von der Nordküste Asiens. Diese Calcispongien des grönländischen Meeres aber zeichnen sich, wie schon vorher erwähnt, nicht allein durch die verhältnissmässig grosse Arten-Zahl, sondern auch durch die Frequenz an ihren Fundorten, sowie durch eine Anzahl von eigenthümlichen Arten aus. Unter diesen befinden sich aber auffallender Weise mehrere von den grössten und am meisten differenzirten Arten der ganzen Gruppe.

Besonders bemerkenswerth erscheint fernerhin der Umstand, dass die vorher aufgeführten neun kosmopolitischen Species in den verschiedensten Erdtheilen und Zonen dieselbe Beschaffenheit bis in die feinsten Structur-Verhältnisse hinein beibehalten können. So ist namentlich *Ascetta primordialis* in der gewöhnlichen Form (*Ascetta protogenes*) ganz ebenso im Mittelmeer und an den südamericanischen Küsten, wie auf den Philippinen und Viti-Inseln, im indischen Ocean und rothen Meere, an den Küsten von Süd-Asien und Süd-Africa zu finden; dabei kann sie aber ausser der gewöhnlichen Form an den verschiedenen Standorten auch Local-Varietäten bilden, wie z. B. *Ascetta loculosa* und *A. poterium* in Australien. Ebenso kommt auch *Leucetta primigenia* (besonders die Varietät *microraphis*) ganz in derselben Form im Mittelmeere und auf den Antillen, wie im rothen Meere und am Caplande, an den Küsten von Süd-Asien und Süd-America vor. *Sycandra elegans* mit ihren sehr ausgeprägten specifischen Eigenthümlichkeiten ist dieselbe Form im adriatischen Meere und auf den Antillen, auf den normannischen und canarischen Inseln, an der Küste von Portugal und von Süd-Africa; obwohl sie an jedem von diesen Standorten Local-Varietäten bilden kann. Und so wiederholt sich auch bei den anderen vorher angeführten kosmopolitischen Arten dieselbe Erscheinung, dass sie in den verschiedensten Zonen und Erdtheilen beider Hemisphären ihre specifische Form, ganz unabhängig vom Klima, unverändert beibehalten, dennoch aber auch mehr oder weniger divergirende Local-Varietäten bilden können.

Diese chorologischen Erscheinungen zusammengenommen scheinen zu beweisen, dass die Kalkschwämme von dem Klima im Ganzen sehr unabhängig sind und ohne wesentliche Veränderung ebensowohl in der tropischen als in der gemässigten und kalten Zone existiren können. Sicher steht fest, dass eben so grosse, wohl ausgebildete und stark differenzirte Formen in Spitzbergen und Grönland, wie an den britischen Küsten und im Mittelmeere; auf den Antillen und an der brasilischen Küste, wie an der maroccanischen Küste und am Cap der guten Hoffnung, mithin in allen Breiten des atlantischen Oceans vorkommen.

Ein zweites auffallendes Resultat aus der generellen Chorologie der Kalkschwämme ist die gleichmässige Verbreitung aller drei natürlichen Familien über die ganze Erdoberfläche. Die Faunen der Provinzen, welche in der Tabelle p. 430, und die einzelnen Local-Faunen, welche auf p. 443 und 444 zusammengestellt sind, ergeben alle übereinstimmend das Resultat, dass die Asconen, Leuconen und Syconen überall neben einander und immer nur mit einer wenig verschiedenen Anzahl von Arten vertreten sind. Die Local-Faunen, welche am besten bekannt sind und diese Thatsache besonders auffallend illustriren, stelle ich hier zur besseren Uebersicht nochmals zusammen:

Arten-Zahl der 3 Familien in 9 Local-Faunen.

	Mittelmeer	Britannien	Helgoland	Norwegen	Grönland	Australien	Capland	Arabien	Caraiben
Ascones . .	9	7	1	6	4	2	4	2	3
Leucones .	4	7	1	5	3	8	6	3	6
Sycones . .	13	8	1	3	5	7	3	2	5
Summa . .	26	22	3	14	12	17	13	7	14

Besonders gleichmässig erscheinen die 3 Familien in der am besten bekannten Fauna von Britannien vertreten. Schon Bowerbank führte in seinen British Spongiadae 12 Species von Kalkschwämmen auf und zwar 4 Asconen (*Leucosoleniae*), 4 Leuconen (*Leuconiae, Leucogypsiae*) und 4 Syconen (*Grantiae*). Diese Zahl hat sich jetzt fast verdoppelt, aber in ganz ebenmässiger Weise. Unter den 22 britischen Arten, welche ich unterschieden habe, sind 7 Asconen, 7 Leuconen und 8 Syconen.

Natürlich wird diese Gleichmässigkeit nicht überall dieselbe sein, und so sehen wir denn auch unter den oben neben einander stehenden Beispielen manche Divergenzen. Am auffallendsten ist die Divergenz der Familien im Mittelmeer, wo sich die Arten-Zahl der Asconen zu derjenigen der Leuconen und der Syconen fast verhält = 2 : 1 : 3. Während hier und in Grönland die Leuconen auffallend hinter den anderen beiden Familien zurückstehen, ist im Capland und in Süd-Australien das Umgekehrte der Fall. Indessen ergiebt sich doch immer, besonders wenn man die Unvollständigkeit der Local-Faunen berücksichtigt, im Grossen und Ganzen eine auffallende Gleichmässigkeit in der Arten-Zahl der drei Familien.

In Wirklichkeit dürfte übrigens dieses Verhältniss sich doch etwas anders gestalten, als es nach den Resultaten meiner Untersuchungen den Anschein hat. Offenbar sind nämlich von den früheren Beobachtern und Sammlern der Kalkschwämme die beiden Familien der Leuconen und Syconen wegen der bedeutenderen Körper-Grösse der meisten Arten viel mehr berücksichtigt worden, als die kleineren Asconen, welche zum grossen Theile nur eine sehr geringe Grösse erreichen, leicht übersehen, und wegen ihrer ausserordentlichen Zartheit und Zerbrechlichkeit auch viel weniger gut conservirt werden können, als die derberen Leuconen und Syconen. Die letzteren haben ausserdem auch schon wegen ihrer regelmässigeren Gestalt und Structur die Aufmerksamkeit mehr auf sich gezogen, wesshalb auch die von den älteren Autoren aufgezählten Arten zum grössten Theile Syconen, weniger Leuconen und zum kleinsten Theile Asconen sind.

In dem natürlichen Systeme des zweiten Bandes habe ich neben 37 alten Arten die doppelte Anzahl von neuen aufgeführt. Unter diesen 74 „novae species“ befinden sich 28 Asconen, 22 Leuconen und 24 Syconen; unter den 37 alten Arten hingegen sind nur 11 Asconen, aber 13 Leuconen und 13 Syconen. Im Verhältniss also ist durch meine Untersuchungen die Zahl der Ascon-Arten viel bedeutender gewachsen, als die Zahl der Leucon-Arten und Sycon-Arten. Nimmt man dazu das Resultat, dass gegenwärtig die ganze Summe der Asconen 39, der Leuconen 35 und der Syconen 37 Arten beträgt, so dürfte sich in Wirklichkeit das Zahlen-Verhältniss noch mehr zu Gunsten der Asconen und zu Ungunsten der Syconen gestalten. Die Annahme, dass unter den gegenwärtig lebenden Kalkschwämmen die Asconen die meisten, die Syconen die wenigsten Arten

enthalten und die Leuconen zwischen beiden in der Mitte stehen, dürfte demnach der Wahrheit am nächsten kommen.

Die geographische Verbreitung der Genera, wie sie sich aus dem gegenwärtig vorliegenden Materiale ergiebt, wird am besten aus der nachstehenden chorologischen Tabelle übersichtlich werden. Es geht daraus hervor, dass von den 21 Gattungen des natürlichen Systems 18 in dem am genauesten bekannten atlantischen Reiche vertreten sind. Nur von 3 Gattungen (*Ascilla*, *Leucortis* und *Sycetta*) kennen wir noch keine Repräsentanten aus dem atlantischen Reiche. Im Mittelmeere sind ausserdem noch 5 andere Genera nicht vertreten, welche an den atlantischen Küsten vorkommen.

Aus dem pacifischen Reiche, welches am wenigsten bekannt ist, kennen wir bis jetzt nur von 7 Gattungen Repräsentanten; die übrigen 14 Genera sind noch unvertreten. In dem indischen Reiche hingegen, das wir etwas besser kennen, finden wir Repräsentanten von 12 Gattungen; 9 Genera fehlen. 7 Genera, welche im atlantischen Reiche vorkommen, haben bis jetzt weder im pacifischen noch im indischen Reiche Vertreter gezeigt. Anderseits besitzt die Gattung *Sycetta* im indischen Reiche 3, im pacifischen Reiche 2, im atlantischen Reiche keine Species. Das Genus *Ascilla* (mit 2 Arten) ist bis jetzt dem pacifischen, und das Genus *Leucortis* (mit 1 Art) dem indischen Reiche eigenthümlich.

Weitere allgemeine Betrachtungen an dieses chorologische Material zu knüpfen, erscheint bei dessen offenbarer Unvollständigkeit gegenwärtig unthunlich, und ich begnüge mich daher hier mit der Mittheilung der vorstehenden und nachstehenden tabellarischen Uebersichten, welche wenigstens eine erste Basis für eine zukünftige Chorologie der Calcispongien schaffen werden. Diese wird auch erst im Stande sein, die Wanderungen der Arten zu verfolgen, und die sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte" oder richtiger die Urheimathen der Species aufzusuchen. Dass hier, wie überall in der organischen Welt, die mannichfaltigen, besonders von Moriz Wagner gewürdigten [1]) Migrationen eine grosse Rolle spielen und die „Entstehung der Arten" vielfach vermitteln, kann mit Sicherheit angenommen werden. Für die Chorologie der Kalkschwämme wird hierbei namentlich der Umstand in Betracht zu ziehen sein, dass dieselben nicht allein als frei schwimmende Flimmerlarven weit umher schwärmen und sich durch active Wanderung ausbreiten können, sondern dass sie auch sich mit besonderer Vorliebe auf Seepflanzen, namentlich Fucus- und Sargassum-Arten, ansiedeln, welche leicht von ihrem Standorte losgerissen und dann durch Strömungen über weite Meeresstrecken schwimmend fortgeführt werden können. Eine ziemliche Anzahl, besonders von pacifischen und indischen Kalkschwämmen ist bis jetzt bloss auf solchen schwimmenden Tangen angetroffen worden und es ist daher sehr die Frage, ob ihre ursprüngliche Heimath nicht weit von ihrem Fundorte entfernt war. Jedenfalls ist in diesen passiven Wanderungen ein vorzügliches Mittel für weite geographische Verbreitung vieler Calcispongien gegeben.

---

1) Moriz Wagner, die Darwin'sche Theorie und das Migrations-Gesetz der Organismen. 1868.

11. Chorologische Tabelle über die geographische Verbreitung der Calcispongien-Genera.

Geographische Verbreitung der 21 natürlichen Gattungen	Mittelmeer		Atlantischer Ocean				Pacifischer Ocean				Indischer Ocean			
	Oestliches Mittelmeer (Adria)	Westliches Mittelmeer	West-Küste von Europa	Küste von Grönland	Ost-Küste von Nord-America	Ost-Küste von Süd-America	West-Küste von Süd-America	West-Küste von Nord-America	Ost-Küste von Asien	Ost-Küste von Australien	Süd-Küste von Australien	Süd-Küste von Asien	Küste des Caplandes	Rothes Meer
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O
Ascones	6	5	16	4	6	2	1	2	3	1	2	4	4	2
1. Ascetta	2	1	3	.	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
2. Ascilla	.	.	.	.	.	.	.	1	1					
3. Ascyssa	.	1	.	1										
4. Ascaltis	1	2	3	1	1	.	.	.	.	.	.	1	.	1
5. Ascortis	.	.	3	2	3									
6. Asculmis	.	.	1											
7. Ascandra	3	1	6	.	1	.	.	.	.	.	1	1	3	
Leucones	2	4	10	3	6	1	1	2	4	3	7	4	6	3
8. Leucetta	.	1	1	.	2	.	1	1	.	1	2	1	2	1
9. Leucilla	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	
10. Leucyssa	.	.	1	.	.	.	.	.	2					
11. Leucaltis	1	1	1	.	2	1	.	.	.	.	1	.	1	1
12. Leucortis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1
13. Leuculmis	.	.	1											
14. Leucandra	1	2	6	3	1	.	.	1	2	2	3	2	2	
Sycones	13	6	8	5	7	4	1	2	2	2	5	3	3	2
15. Sycetta	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	.	1
16. Sycilla	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1			
17. Sycyssa	1													
18. Sycaltis	1	.	.	1	3									
19. Sycortis	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	1			
20. Syculmis	.	.	.	.	.	1								
21. Sycandra	8	5	7	4	3	2	1	1	1	2	2	2	3	1
Summa	21	15	34	12	19	7	3	6	9	6	14	11	13	7

II. Oecologie (Physiologie des Haushalts).

Das Gebiet von Erscheinungen, welches die Oecologie oder die Physiologie des Haushalts (oft auch Biologie[1]) im engsten Sinne genannt) umfasst, ist wohl in

1) Biologie sollte gegenwärtig immer nur im weitesten Sinne die gesammte „Naturgeschichte" eines Organismus, die Morphologie und Physiologie desselben, genannt werden. Hingegen wird jetzt mit Recht der Begriff der Biologie immer seltener in dem früheren engsten Sinne, statt Oecologie, gebraucht.

keiner anderen Thierklasse einerseits so dürftig, anderseits so unbekannt, als in der Klasse der Spongien. Es sind vorzugsweise die mannichfaltigen Beziehungen zu anderen Organismen, welche der Oecologie der Thiere ihren reichen Inhalt und ihr anziehendes Interesse verleihen. Bei den Spongien sind aber diese Beziehungen an sich nothwendig einfacher und unbedeutender als bei allen oder doch den meisten anderen Thieren. Dies liegt einerseits an der höchst einfachen, festsitzenden Lebensweise der Spongien, an der primitiven Art ihrer Ernährung, an ihrem Mangel von differenzirten Organen, namentlich an dem Mangel von Sinnesorganen und Extremitäten, an dem damit verbundenen trägen und indifferenten Character aller Lebensthätigkeiten; anderseits an dem höchst unbedeutenden Nutzen oder Schaden, den sie anderen Organismen, oder den andere Organismen ihnen zufügen.

Wenn aber diese Bemerkungen im Allgemeinen von allen Spongien überhaupt gelten können, so finden sie noch in besonderem Maasse ihre Anwendung auf die Kalkschwämme, deren verhältnissmässige Seltenheit und geringe Körpergrösse sie noch weniger als die übrigen Spongien, geeignet erscheinen lässt, eine besondere Rolle „im Haushalte der Natur“ zu spielen. Auch für den Menschen scheinen die Calcispongien weder nützliche noch schädliche Thiere zu sein, falls man nicht die aus ihrer Erkenntniss entspringende Ueberzeugung von der Wahrheit der Descendenz-Theorie als einen bedeutenden Nutzen oder Schaden der Menschheit (je nach dem monistischen oder dualistischen Standpunkte) ansehen will.

So ist denn in der That das Wenige, was wir von der Oecologie der Kalkschwämme melden können, kaum der Rede werth. Schon aus dem, was oben über die Nahrungsmittel dieser Thiere angeführt wurde, geht hervor, dass sie in dieser Beziehung keine bestimmten Verhältnisse zu anderen Organismen besitzen. Die nutritiven Geisselzellen verzehren ohne Wahl die zersetzten organischen Substanzen oder die Trümmer von Thier- und Pflanzen-Körpern oder die mikroskopischen Organismen, welche ihnen „zufällig“ durch die Wasserströmung zugeführt werden.

Dass die Kalkschwämme niemals als Parasiten auf anderen Organismen leben, ist bereits oben angeführt (p. 425). Hingegen haben wir hier zu erwähnen, dass einige niedere Thiere nicht selten parasitisch in einzelnen Arten von Kalkschwämmen vorkommen. Dies sind namentlich kleine Nematoden, Anneliden und Crustaceen. Unter den letzteren zeichnen sich besonders zwei neue Arten aus, welche ich in der Magenhöhle von *Leucandra aspera* auf der Insel Lesina nicht selten fand: ein Amphipode des Genus *Leucothoë* und ein Isopode des Genus *Anthura* (nach der Bestimmung von EDOUARD VAN BENEDEN).

Dass die Kalkschwämme anderen Thieren zur Nahrung dienen, ist noch nicht beobachtet. Auch sonstige Beziehungen zu anderen Organismen sind mir nicht bekannt geworden; wenn auch künftige Forschungen dergleichen noch entdecken sollten, so werden sie doch voraussichtlich nicht bedeutend sein.

Vierter Abschnitt.

Philosophie

der

Kalkschwämme.



Siebentes Kapitel.

Die Stellung der Kalkschwämme im Thierreiche.

Die Stammform der Spongien.

Die Resultate der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Kalkschwämme, welche im zweiten Abschnitte dieses Bandes enthalten sind, gestatten uns nicht allein eine befriedigende Einsicht in die Organisation dieser Thiergruppe und der Spongien überhaupt, sondern sie führen uns auch durch Vergleichung derselben mit den niederen Entwickelungs-Zuständen der höheren Thiere zu generellen Reflexionen, welche auf das natürliche System, auf den Stammbaum des Thierreichs ein neues Licht werfen.

Zunächst wurde durch unsere Morphologie der Kalkschwämme die von den meisten Spongiologen getheilte Ansicht bestätigt, dass dieselben eine einheitlich organisirte Gruppe bilden, welche nach ihren wichtigsten Characteren zur Spongien-Classe gehört, innerhalb derselben aber eine selbstständige Stellung einnimmt. Wir können im natürlichen Systeme dieses Verhältniss dadurch ausdrücken, dass wir die ganze Spongien-Classe in drei Hauptabtheilungen oder Subclassen bringen, nämlich: I. Schleimschwämme *(Myxospongiae)*, II. Faserschwämme *(Fibrospongiae)* und III. Kalkschwämme *(Calcispongiae)* [1]). Die Myxospongien sind durch den völligen Skelet-Mangel, die Fibrospongien durch ihr faseriges, theils horniges, theils

---

1) Die Classe der Spongien wurde bisher gewöhnlich nach dem Vorgange von GRANT (1826; s. oben p. 7) gemäss ihrer dreifach verschiedenen Skeletbildung in die drei Subclassen der Hornschwämme *(Ceratospongiae)*, der Kieselschwämme *(Silicispongiae)* und der Kalkschwämme *(Calcispongiae)* eingetheilt. OSCAR SCHMIDT hat aber gezeigt, dass die Trennung der Hornschwämme und Kieselschwämme desshalb unhaltbar ist, weil beide Gruppen auf das Vielfältigste sich durchflechten und in engstem polyphyletischen Zusammenhange stehen (Algier. Spong. 1868, p. 35). Ich schlage daher vor, beide Gruppen vorläufig in der Abtheilung der Faserschwämme *(Fibrospongiae)* zu vereinigen, weil beide in getrocknetem Zustande das characteristische faserige Gefüge zeigen, welches den Kalkschwämmen sowohl als den Schleimschwämmen völlig fehlt. Die Schleimschwämme *(Myxospongiae)*, deren bekanntester Repräsentant *Halisarca* ist, als eine besondere dritte Gruppe aufzuführen, erscheint aus phylogenetischen Gründen unabweislich.

kieseliges Skelet, die Calcispongien durch ihr kalkiges (nicht faseriges) Skelet characterisirt.

Die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Spongien gestattet nun mit ziemlicher Sicherheit die Annahme, dass alle verschiedenen Formen dieser Classe von einer einzigen gemeinsamen Stammform, einem Urschwamme (*Archispongia*) abstammen [1]). Dass alle verschiedenen Calcispongien ohne jeden Zwang sich in der natürlichsten Weise von einer gemeinsamen Stammform, dem *Olynthus* ableiten lassen, ist oben genügend bewiesen worden; die Ontogenie der Kalkschwämme lässt hierüber keinen Zweifel. Ebenso hat O. Schmidt nachgewiesen, dass die vereinigten Hornschwämme und Kieselschwämme (unsere Fibrospongien) sämmtlich von einer gemeinsamen Stammform abstammen müssen, die wir *Chalynthus* nennen wollen. Wir werden nun wohl nicht fehl greifen, wenn wir annehmen, dass die gemeinsame Wurzel für beide Gruppen in der skeletlosen Gruppe der Myxospongien zu suchen ist. Denn wie bei allen übrigen Organismen, so ist auch bei den Spongien die Skeletbildung in phylogenetischer Beziehung als ein secundärer, nicht als ein primärer Organisations-Act zu betrachten. Wir würden also Fibrospongien und Calcispongien von der gemeinsamen Stammgruppe der Myxospongien abzuleiten haben, und unter diesen letzteren würde die gemeinsame Stammform aller Schwämme, die *Archispongia*, zu suchen sein [2]).

Da von den ausgestorbenen Myxospongien wegen ihrer weichen Körperbeschaffenheit keine fossilen Reste sich erhalten konnten, so sind wir bezüglich ihrer Organisation auf die wenigen lebenden Vertreter angewiesen, und unter diesen ist *Halisarca* bis jetzt die einzige genauer bekannte Form. Diese Gattung ist auch von O. Schmidt als

1) Die Ueberzeugung von dem monophyletischen Ursprunge der ganzen Spongien-Classe befestigt sich um so mehr, je tiefer man in das Studium derselben eindringt. Hingegen verliert die Annahme eines polyphyletischen Ursprungs, welche bei der ersten oberflächlichen Bekanntschaft mit den Schwämmen den meisten Anspruch auf Vertrauen zu besitzen scheint, bei tieferem Eindringen immer mehr an Wahrscheinlichkeit. Auch Oscar Schmidt, welcher unstreitig unter allen Spongiologen den umfassendsten Ueberblick über das ganze grosse Formen-Gebiet dieser Classe besitzt und vermöge seines klaren Verständnisses der Descendenz-Theorie am meisten zu einem Urtheile über diese Frage berechtigt ist, leitet alle verschiedenen Gruppen der Schwämme von einer gemeinsamen Stammgruppe ab, welche er *Protospongiae* nennt (Atlant. Spong. 1870, p. 83). Das natürliche System der Spongien (Mittheilungen des naturwissensch. Vereins für Steiermark. II. Bd. 2. Heft. 1870).

2) Fritz Müller, der geistvolle Zoologe, dessen lehrreiche Schrift „Für Darwin“ das Verständniss des Causal-Nexus zwischen Ontogenie und Phylogenie in so hohem Maasse gefördert hat, spricht in einem Aufsatze „über *Darwinella aurea*, einen Schwamm mit sternförmigen Hornnadeln“, die Vermuthung aus, dass die Kalknadeln der Kalkschwämme einerseits und die Kieselnadeln der Kieselschwämme anderseits aus einer gemeinsamen hornigen Grundform entstanden seien, die ersteren durch Verkalkung, die letzteren durch Verkieselung der ursprünglichen Hornnadeln (Archiv f. mikrosk. Anat. 1865, p. 351). Obgleich diese Hypothese mit unserer obigen Annahme übereinzustimmen scheint, ist sie doch nicht richtig, da bei den Kalkschwämmen überhaupt niemals die „hornige Grundlage“ der Faserschwämme sich findet.

diejenige aufgefasst, welche der gemeinsamen Stammform der ganzen Classe, seiner „*Protospongia*“ am nächsten steht. Er bemerkt (l. c. p. 34): „dass die Halisarcinae in einfachster Weise das Schema der Spongien realisiren, dürfte nicht bestritten werden“. Dennoch muss ich diese Bemerkung bestreiten. Ich habe von *Halisarca* zwei verschiedene Arten lebend untersucht, die farblose *Halisarca Dujardinii* an der Küste von Norwegen (in Bergen) und die violette *Halisarca lobularis* an der Küste von Dalmatien (in Lesina). Beide fand ich bezüglich der anatomischen Verhältnisse im Wesentlichen übereinstimmend mit der Darstellung, welche LIEBERKÜHN von der ersteren gegeben hat. Der weiche, gallertige, formlose Körper besteht aus einem Klumpen von kernhaltiger Sarcodine (Syncytium) und ist von verästelten Canälen durchzogen, welche allenthalben in zahlreiche kugelige oder ellipsoide Geisselkammern („Wimper-Apparate“ von LIEBERKÜHN) angeschwollen sind. Demnach ist das Gastrocanal-System nach dem Leucon-Typus gebaut, und wenn man aus einem Leucon mit traubenförmigem Astcanal-Systeme (z. B. *Leucortis pulvinar*, Taf. 29, Fig. 1) die Kalknadeln durch Säure entfernt, so erhält man einen Schwammkörper, der im Wesentlichen der *Halisarca* gleicht.

Nun stammt aber der Leucon-Typus, ebenso wie der Sycon-Typus, zweifellos von dem einfacheren Ascon-Typus ab, und dem entsprechend müssen wir auch für die Halisarcinen eine viel einfacher organisirte Stammform suchen, welche sich zu den Asconen ebenso verhält, wie die Halisarcinen zu den Leuconen. Um das Bild dieser hypothetischen Stammform zu erhalten, brauchen wir bloss aus der Ascon-Stammform, dem *Olynthus*, die Kalk-Nadeln durch Säure zu entfernen, wie dies z. B. auf Taf. 11, Fig. 7 bei *Olynthus fragilis* geschehen ist. Diese skeletlose Stammform realisirt wirklich „das Schema der Spongien in einfachster Weise“ und ist als die ursprüngliche Stammform nicht allein der Halisarcinen, sondern auch aller übrigen Spongien zu betrachten; sie ist die Archispongia unseres monophyletischen Stammbaumes, wie bereits oben in der Phylogenie der Kalkschwämme gezeigt wurde (vergl. p. 346).

Diese Archispongia, die gemeinsame Stammform aller Spongien, ist ein einfacher dünnwandiger Schlauch von cylindrischer, ellipsoider oder länglich-runder Form, eine einaxige, ungegliederte Person, welche am einen (aboralen) Pole der Längsaxe festsitzt, am anderen (oralen) Pole sich durch eine Mündung (Osculum) öffnet. Die dünne Wand des sackförmigen Körpers besteht aus zwei Lamellen oder Blättern. Das äussere oder Dermal-Blatt (das Exoderm) ist aus einer einfachen Schicht von nicht flimmernden Zellen zusammengesetzt (welche entweder selbstständig geblieben oder zu einem Syncytium verschmolzen sind); das innere oder Gastral-Blatt (das Entoderm) besteht aus einer einfachen Schicht von flimmernden Geisselzellen, von denen sich bei eingetretener Geschlechtsreife einige in Spermazellen, andere in Eizellen verwandeln. Die dünne Körperwand wird zeitweise von unbeständigen einfachen Löchern oder Poren durchbohrt, und dann tritt durch diese Poren in

die Höhlung des Schlauches (in die Magenhöhle) Wasser ein, welches in Folge der Geisselbewegung aus der Mundöffnung wieder austritt[1]).

Die Spongien und die Protozoen.

Die langwierigen, bis in die Gegenwart fortdauernden Streitigkeiten über die Stellung der Spongien im Thierreiche dürften durch die Morphologie der Kalkschwämme ihre endgültige Erledigung finden. Jeder Zoologe, der in der Entwickelungsgeschichte den „wahren Lichtträger" der Systematik anerkennt, muss zugeben, dass durch die Ontogenie des *Olynthus* die nächste Verwandtschaft der Asconen und der Hydroiden bewiesen wird. Ehe ich jedoch hierauf näher eingehe, muss ich noch einige Worte über die angebliche Verwandtschaft der Spongien und der Protozoen bemerken, welche bisher von den meisten Zoologen angenommen wurde[2]).

Schon oben in der Individualitätslehre (p. 89—124) habe ich gezeigt, dass der herrschende Irrthum von der nahen Verwandtschaft der Spongien und Protozoen grösstentheils aus einer falschen Auffassung ihrer Individualitäts-Verhältnisse entsprang. Weil die Morphonten erster Ordnung, welche den Spongien-Organismus zusammensetzen, die Geisselzellen und die amoeboiden Zellen, einen relativ hohen Grad von physiologischer Individualität zeigen, und weil man die aus ihnen aufgebaute Persönlichkeit der Spongien, (das Morphon dritter Ordnung,) nicht erkannte, hielt man jene ersteren für die „eigentlichen Individuen" des Schwammes. Ich habe diesen Irrthum schon früher (1869) widerlegt, indem ich die Homologie der Spongien-Person mit der Acalephen-Person und die Zusammensetzung der Wand ihrer Magenhöhle aus zwei Blättern (Entoderm und Exoderm) nachwies.

Dieser Nachweis ist in den letzten Jahren wiederholt angegriffen worden, und zwar namentlich von Carter, von James-Clark, von Saville-Kent und von Ehlers. Die Angriffe von Carter und von James-Clark, die beide von dem

---

1) Ob einfachste Spongien-Formen, welche dem Bilde der *Archispongia* entsprechen, noch jetzt existiren, ist nicht bekannt. Möglicherweise ist eine sehr nahe Verwandte die sonderbare Spongie, welche Bowerbank als *Haliphysema Tumanowiczii* beschrieben hat (Brit. Spong. Vol. II, p. 76, Fig. 359) und welche Carter für ein Polythalamium (*Squamulina*) hält. Ich vermuthe hingegen darin eine sehr einfache Myxospongie, welche sich ein Skelet aus fremden Körpern (Nadeln anderer Spongien, Echinodermen-Stacheln etc.) bildet, gleich *Dysidea*, welche aber sonst den einfachen Körperbau des *Olynthus* hat.

2) Die mannichfaltigen älteren Ansichten über die Stellung der Spongien im System des Thierreichs oder des Pflanzenreichs sind zusammengestellt in Johnston's History of British Sponges (1842, p. 23—75, Geschichte der Entdeckungen über die Natur der Schwämme) und in einem kürzlich erschienenen Aufsatze von Pagenstecher: „Zur Kenntniss der Schwämme (Verhandl. des naturhistor. Vereins zu Heidelberg, 1872). Vergl. auch meinen Aufsatz über den Organismus der Schwämme etc., 1869, Jenaische Zeitschr. Bd. V. p. 307. Die neueren Spongiologen, namentlich Bowerbank, Carter, Lieberkühn, O. Schmidt, Kölliker (l. c. l. c.) weisen fast einstimmig den Spongien ihren Platz unter den Protozoen an, wo sie bald den Amoeben, bald den Rhizopoden, bald den Flagellaten angeschlossen werden.

Wesen der Zellen-Theorie keine Ahnung haben, sind bereits oben widerlegt worden (l. c.). Die Angriffe von SAVILLE KENT[1]) sind einer Widerlegung einfach desshalb nicht fähig und bedürftig, weil der Verfasser weder die von mir vorgebrachten Argumente versteht, noch überhaupt genügend mit dem Bau und der Entwickelung der Spongien und Zoophyten bekannt ist. Offenbar verfügt SAVILLE KENT („of the Geological department, British Museum“,) nicht einmal über das geringe Maass von zoologischen Kenntnissen, welches von einem Geologen, der Palaeontologie treibt, vorausgesetzt werden sollte. Er kennt nicht einmal den Unterschied zwischen Homologie und Analogie, zwischen der morphologischen und physiologischen Bedeutung eines Organs. Er hält die Unterscheidung solcher Begriffe für ganz überflüssig. Vergleichende Anatomie und Ontogenie scheinen für SAVILLE KENT nicht zu existiren, und da meine ganze Beweisführung auf der Basis dieser letzteren beruht, so kann er dieselbe natürlich nicht begreifen. RAY-LANKESTER hat sich die undankbare Mühe genommen, diesem Geologen einige von den elementaren Vorkenntnissen beibringen zu wollen, welche zur Discussion solcher vergleichend-anatomischen Fragen erforderlich sind[2]). Indessen geht aus der naiven Entgegnung des letzteren deutlich hervor, dass diese wohlgemeinte Bemühung vergeblich war[3]).

Die Einwendungen, welche EHLERS[4]) gegen meine Theorie gemacht hat, kann ich desshalb nicht widerlegen, weil seine Auffassung des Spongien-Organismus von der meinigen völlig verschieden ist. Ich kann mir eine Spongie ohne irgend einen inneren Hohlraum und ohne zwei wesentlich verschiedene Zellen-Formationen (die Geisselzellen des Entoderm und die flimmerlosen Zellen des Exoderm) überhaupt gar nicht vorstellen. EHLERS hingegen nimmt zweierlei Hauptgruppen von Spongien an, nämlich „*Spongiae holosarcinae*, mit dichtem Gewebe, ohne Canal-System, und *Spongiae coelosarcinae*, welche Körperhohlräume[5]) entwickeln“ (l. c. p. 555). Die letzteren

---

1) SAVILLE KENT, Haeckel on the Relationship of the Sponges to the Corals. Annals and Mag. of nat. hist. 1870, Vol. V, p. 204—218.

2) RAY-LANKESTER, Professor Haeckel and Mr. Kent on the Zoological Affinities of the Sponges. Ann. and Mag. of nat. hist. Vol. VI, 1870, S. 86.

3) SAVILLE KENT, Professor Haeckel and Mr. E. Ray-Lankester on the Affinities of the Sponges. Ibid. p. 250.

4) EHLERS, Aulorhipis elegans, eine neue Spongien-Form; nebst Bemerkungen über einzelne Punkte aus der Organisation der Spongien. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XXI, 1871, p. 540, Taf. XLII.

5) Die „Körperhohlräume“ der Spongien bringt EHLERS in zwei verschiedene Abtheilungen; er nennt „jene grosse Höhlung eines Schwammes, welche durch Entwickelung eines Abschnittes der coelenterischen Räume entstanden ist, ein *Megacoelon*, seine Mündung ein *Megastoma;* den Binnenraum dagegen, welcher durch gleichmässige Betheiligung des ganzen Schwammgewebes entstanden ist, ein *Coeloma*, dessen Eingang ein *Coenostoma*.“ Nach meiner Auffassung würde der Hohlraum, den EHLERS als *Megacoelon* mit *Megastoma* bezeichnet, wohl meistens der Magenhöhle *(Gaster)* mit Mundöffnung *(Osculum)* entsprechen. Hingegen würde der Hohlraum, den EHLERS *Coeloma* nennt, wohl meistens dem Theile

leitet er von den ersteren ab, und meint, dass die von O. SCHMIDT als hypothetische Stammgruppe aller Schwämme aufgefassten *Protospongiae* „holosarcine Spongien mit einfachem, nicht differenzirten Gewebe" seien. Leider ist aus dem Aufsatze von EHLERS durchaus nicht zu ersehen, was derselbe eigentlich unter dem characteristischen „Gewebe" der Spongien versteht. Das Wort „Zelle" kommt in dem ganzen Aufsatze nicht vor. Es scheint aber fast, als ob EHLERS unter „Gewebe" die „erhärtete Sarcode" oder die sogenannte Hornsubstanz der Fasern der Hornschwämme versteht. Von der angeblichen „neuen Spongien-Form" *(Aulorhipis elegans)*, auf welche EHLERS seine ganze Beweisführung stützt, kennt derselbe weiter Nichts, als das Hornskelet, keine Spur von Weichtheilen, Dieses Hornskelet aber, welches fremde Körper einschliesst, ist ein solider Strang, welcher am Ende einer Wurmröhre aufsitzt, und dessen dichotom gespaltene Aeste sich fächerförmig in einer Ebene ausbreiten. Höchstwahrscheinlich gehört dieses Skelet keiner Spongie an. Sollte dasselbe dennoch Product einer Spongie sein, so könnte jedenfalls erst die Entwickelungsgeschichte und die Anatomie der Weichtheile Aufschluss über diese eigenthümliche Bildung geben. Auf dieses Skelet-Stück allein, und auf seine angebliche Verwandtschaft mit den fossilen Stromatoporen eine ganz neue Theorie der Spongien-Organisation zu gründen, erscheint etwas kühn. Jedenfalls ist diese ganze Theorie völlig unvereinbar mit den in dieser Monographie enthaltenen Thatsachen.

Die Spongien und die Acalephen.

Um die wahre Stammverwandtschaft der Spongien mit anderen Thiergruppen zu erkennen, müssen wir selbstverständlich von den einfachsten und am wenigsten differenzirten Formen der Klasse ausgehen, von dem *Olynthus*, und von der, nur durch den Mangel der Kalknadeln davon verschiedenen *Archispongia*. Wenn wir nun die nächsten Verwandten dieser letzteren in anderen Thierklassen aufsuchen, so liegt es auf der Hand, dass vor allen anderen Thieren die einfachsten Formen der Acalephen-Gruppe in den Vordergrund treten. Unter allen bis jetzt bekannten Acalephen sind aber die beiden einzigen Süsswasser-Bewohner dieser Gruppe, *Hydra* und *Cordylophora*, diejenigen, welche die primitivsten Organisations-Verhältnisse zeigen, und welche der ursprünglichen Stammform dieser Gruppe am nächsten stehen. Ich muss es daher als ein äusserst glückliches Zusammentreffen bezeichnen, dass gerade

---

des Intercanal-Systems entsprechen, den ich *Pseudogaster* genannt habe, und das *Coenostoma* des ersteren dem *Pseudostoma* des letzteren (vergl. oben p. 283). Völlig unbegreiflich ist es aber, wie EHLERS die Hohlräume der Spongien theils für coelenterische, theils für nicht-coelenterische halten kann, da doch sein ganzer Aufsatz gegen die coelenterische Bedeutung des Canal-Systems der Spongien überhaupt gerichtet ist, und er am Schlusse desselben ausdrücklich bemerkt: „Dass die Spongien zu den Coelenteraten in keiner näheren Verwandtschaft stehen, ist nach meiner Auffassung nicht weiter zu erörtern" (p. 566).

jetzt zwei Arbeiten erschienen sind, welche über diese höchst wichtigen Thierformen nach jeder Richtung hin das klarste Licht verbreiten: Die ausgezeichneten Monographien der *Hydra* von Nicolaus Kleinenberg [1]) und der *Cordylophora* von Franz Eilhard Schulze [2]). Beide Arbeiten sind in ihrer Art vorzüglich, ebenso durch scharfsichtige Beobachtung, wie durch scharfsinnige Reflexion ausgezeichnet. Die Monographie der *Cordylophora* ist vielleicht für unsere Vergleichung mit dem *Olynthus* desshalb noch wichtiger, weil dieser Polyp offenbar in seiner Ontogenie die ursprüngliche Phylogenie seiner Vorfahren besser bewahrt hat, als die Hydra, die auch sonst in Folge specieller Anpassungen mehrfach eigenthümlich modificirt ist. Die Monographie der *Hydra* hingegen ist bedeutender durch die weitreichenden, daran geknüpften philosophischen Erörterungen und namentlich durch die höchst wichtigen Reflexionen über die Keimblätter-Theorie. Beide Monographien verdienen um so mehr die höchste Anerkennung, je mehr die zoologische Literatur gegenwärtig mit werthlosen und zusammenhangslosen Fragmenten überfluthet wird, und je seltener überhaupt erschöpfende und abgerundete monographische Arbeiten werden, welche der Wissenschaft dauernden Gewinn bringen [3]).

---

1) Nicolaus Kleinenberg, Hydra, eine anatomisch-entwickelungsgeschichtliche Untersuchung. Mit 4 Tafeln. Leipzig 1872.

2) Franz Eilhard Schulze, über den Bau und die Entwickelung von Cordylophora lacustris. Mit 6 Tafeln. Leipzig 1871.

3) Wenn ich hier von den Acalephen (den Coelenteraten im engeren Sinne) zunächst nur *Hydra* und *Cordylophora* in Betracht ziehe, so geschieht es, weil ich sie unter allen genau bekannten Formen dieser Gruppe für die einfachsten und ursprünglichsten halte, welche der unbekannten gemeinsamen Stammform der ganzen Gruppe, der hypothetischen *Archydra*, am nächsten stehen. Allerdings hat 1870 Richard Greeff eine scheinbar noch einfachere Form, nämlich einen Hydroid-Polypen ohne Tentakeln, der sich bloss durch einfache Quertheilung fortpflanzen soll, unter dem Namen *Protohydra Leuckarti* beschrieben. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1870, Bd. XX, p. 37, Taf. IV, V.) Greeff giebt denselben für „eine marine Stammform der Coelenteraten" aus, für eine „unzweifelhaft vollständig entwickelte und ausgewachsene, aber ungeschlechtliche und durch quere Zweitheilung sich vermehrende Thierform". Aus seiner ganzen Darstellung scheint mir aber umgekehrt unzweifelhaft hervorzugehen, dass es sich hier um eine unvollständig entwickelte und später geschlechtlich differenzirte Hydroiden-Form handelt. Es wäre gegen alle Analogie, dass eine so hoch differenzirte Thierform, welche in der wesentlichen anatomischen Structur ganz mit der Hydra übereinzustimmen scheint und sich von dieser nur durch den Mangel der Tentakeln unterscheidet, sich bloss ungeschlechtlich durch Quertheilung fortpflanzte. Ganz anders würde die Frage liegen, wenn sich die Protohydra bloss durch Sporen (durch einzelne abgelöste Zellen) ungeschlechtlich fortpflanzte. Jedenfalls ist die Annahme Greeff's völlig unberechtigt, dass die, in einem Austernpark von Ostende „ein paar Monate hinter einander" beobachtete Protohydra, unzweifelhaft eine selbstständige Hydroiden-Form sei. Greeff sagt: „Bei genauer Prüfung des ganzen Habitus, des Baues und der Bewegungen, sowie bei Berücksichtigung der Quertheilung und vor allen Dingen der langen Beobachtungszeit muss jeder Gedanke an eine Entwickelungsform eines Anthozoen, oder überhaupt an eine andere Thierform, wie an einen in seinem ungeschlechtlichen Stadium ausgebildeten und ausgewachsenen Hydroidpolypen schwinden." Diese Argumente beweisen aber gar nichts, und grade durch

Wenn man die gröberen und feineren Structur-Verhältnisse der *Hydra* und *Cordylophora*, wie sie durch KLEINENBERG's und F. E. SCHULZE's höchst sorgfältige histologische Untersuchungen festgestellt erscheinen, mit den entsprechenden Structur-Verhältnissen des *Olynthus* vergleicht, so muss man erstaunen über die auffallende Uebereinstimmung, welche sich selbst bis in feinere Einzelheiten hinein vorfindet. Am schlagendsten erscheint diese Uebereinstimmung, wenn man den Olynthus mit geschlossenen Poren, also das Prosycum, in's Auge fasst, oder wenn man von den Kalknadeln, der Gruppen-Eigenthümlichkeit der Kalkschwämme, absieht, und statt des Olynthus die Archispongia (die bloss durch den Mangel der Spicula verschieden ist) betrachtet. Als wesentliche Uebereinstimmungen der Structur ergeben sich zwischen der Hydra und Cordylophora einerseits, zwischen dem Prosycum und der Archispongia anderseits: 1. Die einfache Magenhöhle mit Mundöffnung. 2. Die Zusammensetzung der dünnen Magenwand aus zwei Blättern, dem flimmernden Entoderm und dem flimmerlosen Exoderm. 3. Die Zusammensetzung des Entoderms aus Geisselzellen.

Als wesentliche Unterschiede ergeben sich hingegen: 1. Die Beschaffenheit des Exoderm, dessen Zellen bei Hydra und Cordylophora Nesselkapseln und Neuromuskel-Fortsätze entwickeln, bei Olynthus (und Archispongia?) hingegen zum Syncytium verschmelzen. 2. Der Tentakel-Kranz der ersteren, welcher den letzteren fehlt. 3. Die verschiedene Entstehung der Geschlechtsorgane, bei ersteren im Exoderm, bei letzteren im Entoderm. Dieser letztere Unterschied erscheint als sehr bedeutend. Allein auch innerhalb der Acalephen-Gruppe sollen die Sexual-Zellen nach Angabe vieler Beobachter bei den einen im Exoderm, bei den anderen im Entoderm entstehen. Ich komme hierauf nachher noch besonders zurück. Hingegen ist der Mangel des Tentakel-Kranzes bei den Spongien von gar keiner Bedeutung, da dieser auch bei den Hydroiden erst später auftritt und vielen Hydroid-Formen (Siphonophoren) fehlt. Wesentlicher erscheint die Differenz in der Bildung des Exoderms; doch ist auch diese als eine secundäre histologische Differenzirung der beiden divergenten Gruppen zu betrachten.

Jedenfalls erscheinen diese Differenzen im anatomischen Bau zwischen den einfachsten Hydroiden und den einfachsten Spongien von ganz untergeordneter Bedeutung, wenn man dagegen das Gewicht jener höchst bedeutsamen und wesentlichen Uebereinstimmungen in die Wagschale legt. Dieses Gewicht wird aber noch bedeutend vermehrt, wenn man die Ontogenie der beiden Gruppen vergleicht. *Hydra* selbst kommt hierbei nicht zuerst in Betracht, weil ihre ursprüngliche Ontogenie offenbar sehr stark modificirt und durch secundäre Anpassungen verwischt und gefälscht

---

GREEFF's eigene Darstellung wird jener abgewiesene Gedanke in dem unbefangenen Leser erst recht befestigt. So lange die Entwickelungsgeschichte der Protohydra noch völlig unbekannt ist, wird man auf diese Hydroiden-Form gar keine Rücksicht zu nehmen haben.

erscheint. Hingegen ist von der grössten Bedeutung die Ontogenie von Cordylophora, welche völlig mit derjenigen des Olynthus übereinstimmt. (vergl. SCHULZE, l. c. p. 38—41, Taf. V, Fig. 1—8). Die Planula, welche aus der Morula, und die Planogastrula, welche aus der Planula entsteht, sind bei beiden Thieren völlig gleich; sogar die feinere Structur der beiden Zellenlagen oder Keimblätter, welche die Magenhöhle der länglich-runden Flimmerlarve begrenzen, stimmt auffallend überein: Die kleinen schlanken cylindrischen Geisselzellen des Exoderm und die grossen, nicht flimmernden, rundlich-polyedrischen Zellen des Entoderm [1]).

Aus dieser völlig übereinstimmenden Ontogenie und Anatomie des Olynthus und der Cordylophora geht mit voller Sicherheit diejenige Auffassung von der Stellung der Spongien im Thierreich hervor, welche ich schon 1869 in meinem Aufsatze über den Organismus der Schwämme etc. mit den Worten hinstellte: „Wir würden demgemäss den Stamm oder das Phylum der Pflanzenthiere *(Coelenterata* s. *Zoophyta)* in zwei Hauptäste (Subphylen oder Claden) zu theilen haben: I. Schwämme *(Spongiae* s. *Porifera)* und II. Nesselthiere *(Acalephae* s. *Cnidae* s. *Nematophora)*. Die letzteren würden in die drei Classen der Corallen, Hydromedusen und Ctenophoren zerfallen.“ Mit Rücksicht aber auf das biogenetische Grundgesetz und die übereinstimmende Ontogenie der Calcispongien und Hydroiden (des Olynthus und der Cordylophora) werden wir diese Ansicht von der unmittelbaren Verwandtschaft der Schwämme und Nesselthiere weiterhin noch zu dem Satze ausdehnen dürfen: Spongien und Acalephen sind zwei divergirende Aeste des Zoophyten-Stammes, welche sich aus der gemeinsamen Stammform des Protascus entwickelt haben. Noch jetzt wird dieser Protascus durch die vorübergehende Jugendform der *Ascula* repräsentirt [2]).

Was die Unterschiede der Spongien und Acalephen betrifft, so halte ich zunächst den Mangel der Tentakeln bei den ersteren für ganz unwesentlich. Dieselben fehlen auch manchen Acalephen (z. B. manchen Siphonophoren und Antipa-

---

1) Allerdings erfolgt bei Cordylophora der Durchbruch der Magenhöhle und die Bildung der Mundöffnung erst, nachdem die Planogastrula sich festgesetzt hat und in die Ascula-Form übergegangen ist; allein auch bei vielen constant mundlosen Schwämmen scheint die Gastrula nicht zur Entwickelung zu kommen, und die Planogastrula verwandelt sich direct in den Clistolynthus, während sie beim Olynthus vorher in die Gastrula übergeht.

2) Der genealogische Zusammenhang der Spongien und Acalephen ist demnach nur unten an der Wurzel zu suchen, wo sich aus der gemeinsamen *Protascus*-Form einerseits *Archispongia*, die Stammform der Spongien, anderseits *Archydra*, die Stammform der Acalephen entwickelt hat. Hingegen ist die nähere Beziehung der Spongien zu den Corallen, welche ich früher (l. c.) besonders hervorhob, nur als Analogie, nicht als Homologie aufzufassen. Ich glaubte damals in der Radial-Structur der Syconen einen wesentlichen morphologischen Vergleichungs-Punkt mit den Corallen zu finden. Indessen hat mich die Entwickelungsgeschichte der Radial-Tuben bei den Syconen, mit der ich erst später bekannt wurde, davon überzeugt, dass diese nicht den perigastrischen radialen Kammern der Corallen homolog sind.

thiden). Anderseits scheint bei einigen Spongien sich beginnende Tentakel-Bildung zu zeigen, so z. B. bei *Osculina polystomella* (O. SCHMIDT, Algier. Spong. 1868, Taf. I, Fig. 6, 7). Wie es sich mit der Antimeren-Bildung bei diesen und anderen Kieselschwämmen verhält, muss noch näher untersucht werden. Allerdings erinnert die Abbildung, welche O. SCHMIDT von den die Magenhöhle umgebenden Spalten bei einigen Formen von Osculina giebt, ganz auffallend an die Corallen, und seine Fig. 4 auf Taf. I (l. c.) könnte geradezu als Querschnitt einer achtzähligen Alcyonarie gelten. Auch bei anderen Kieselschwämmen erscheint die Magenhöhle durch radiale Septa (von verschiedener Zahl) in Fächer getheilt, welche auf Differenzirung von Antimeren sich beziehen liessen. Da übrigens auch manchen Hydromedusen die Antimeren-Bildung fehlt, so ist hierauf nicht viel Gewicht zu legen. Die Nesselorgane schienen bisher einen derjenigen histologischen Charactere zu bilden, der am sichersten die Acalephen von den Spongien trennte. Bis vor Kurzem war der Satz in Geltung: alle Acalephen besitzen Nesselorgane; allen Spongien fehlen dieselben. Nun giebt aber neuerdings EIMER an[1]), auch bei mehreren Arten von Kieselschwämmen (Renierinen) Nesselzellen gefunden zu haben. Demnach scheint auch dieser Differenzial-Character seinen Werth einzubüssen. Es würde mithin als einziges Unterscheidungs-Merkmal zwischen Acalephen und Spongien die Porenbildung der letzteren übrig bleiben, derenthalben sie GRANT *Porifera* nannte. Allein ich habe schon in meinem früheren Aufsatze über den Organismus der Schwämme hervorgehoben, dass auch bei vielen Acalephen Hautporen vorkommen, welche in das Gastrocanal-System einmünden und Wasser von aussen in dasselbe eintreten lassen. Bei Medusen sind solche „Wasserlöcher“ von verschiedenen Autoren beschrieben. Bei den Corallen scheinen Hautporen, welche von aussen Wasser in die Verästelungen des Gastrocanal-Systems einführen, nach den Beobachtungen von MILNE-EDWARDS, KÖLLIKER und Anderen sehr verbreitet zu sein. Immerhin bleibt es sehr bemerkenswerth, dass die Poren gerade den niedersten Acalephen-Formen, den Hydroiden zu fehlen scheinen. Wenn man also schon vor der gemeinsamen Wurzel an die beiden Linien der Spongien und Acalephen sich trennen lässt, so müsste man wohl die Poren-Bildungen in beiden Gruppen als analoge, nicht homologe, oder strenger ausgedrückt, als homomorphe, aber nicht homophyle Bildungen auffassen[2]). Jedenfalls erscheint aber gegenwärtig die Grenze zwischen den niederen Spongien und den niederen Acalephen (Hydroiden) so verwischt, dass man augenblicklich keinen einzigen allgemein gültigen Differential-Character zwischen beiden Gruppen der Zoophyten aufstellen kann.

---

1) EIMER, Nesselzellen und Samen bei Seeschwämmen. Archiv für mikroskop. Anat. Bd. VIII. 1871, p. 281.

2) Homophylie nenne ich die wirklich phylogenetisch begründete Homologie, im Gegensatze zur Homomorphie, welcher die genealogische Begründung fehlt.

Der Stamm der Pflanzenthiere (Zoophyten oder Coelenteraten).

Um das Verständniss der vorhergehenden und der nachfolgenden Betrachtungen zu erleichtern, muss ich hier einige Worte über meine Auffassung der Pflanzenthiere überhaupt einschalten. In den älteren zoologischen Systemen stehen die Thiere, welche heute gewöhnlich Coelenteraten genannt werden, gemischt mit anderen niederen Thieren in der Abtheilung der Zoophyten, welche WOTTON schon 1552 aufstellte. Seit LAMARCK (1814) und CUVIER (1819) stellte man bekanntlich die Hydroiden, Medusen und Corallen allgemein mit den Echinodermen etc. in der höchst unnatürlichen Abtheilung der Strahlthiere *(Radiata* oder *Radiaria)* zusammen, einer Gruppe, welche von den namhafteren Zoologen gegenwärtig nur noch AGASSIZ aufrecht erhält. Erst FREY und LEUCKART haben 1847 die vereinigten Polypen und Acalephen CUVIER's unter dem Namen Coelenterata von den Echinodermen getrennt [1]). Fast gleichzeitig erkannte auch HUXLEY selbstständig die Nothwendigkeit dieser Trennung an und schlug für die vereinigten Acalephen und Polypen wegen ihrer Nesselorgane die Bezeichnung Nematophora vor [2]). Anfänglich fasste LEUCKART den Begriff der Coelenteraten in engerem Sinne (für die drei Classen der Ctenophoren, Acalephen und Polypen). Später (1854) schloss er auch noch die Spongien als nächste Verwandte an diese 3 Classen an [3]). Statt der in Deutschland jetzt sehr verbreiteten Bezeichnung *Coelenterata* gebrauche ich die ältere Bezeichnung *Zoophyta*, welche auch jetzt noch in England und Frankreich die gebräuchlichere ist, aus folgenden drei Gründen:

1) Die Bezeichnung *Zoophyta*, welche schon 1552 von WOTTON in die systematische Zoologie eingeführt wurde, ist fast 300 Jahre älter als der Name Coelenterata. Allerdings enthält die Abtheilung *Zoophyta* in dem Sinne WOTTON's und seiner Nachfolger nicht allein die Coelenteraten (Spongien und Acalephen!), sondern auch viele andere wirbellose Thiere. Allein ganz denselben Einwurf könnte man auch, und mit viel mehr Grund, gegen die Bezeichnung Würmer *(Vermes)* erheben. Die Hauptabtheilung des Thierreiches, welche wir heute allgemein das Phylum der Würmer nennen, enthält nur einen ganz kleinen Theil von der Masse wirbelloser Thiere, welche LINNÉ und seine Schule in der Classe Vermes zusammenfasste; im *Systema Naturae* sind alle Wirbellosen mit Ausschluss der Arthropoden *Vermes* genannt.

2) Die Bezeichnung *Coelenterata* von FREY und LEUCKART ist gegenwärtig dadurch unbestimmt und zweideutig geworden, dass die meisten Zoologen darunter nur die Nesselthiere (Hydromedusen, Ctenophoren, Corallen) verstehen, während LEUCKART selbst auch noch die Spongien dazu rechnet. Diese Zweideutigkeit wird dadurch gehoben, dass wir die Coelenteraten im weiteren Sinne (mit Ein-

1) FREY und LEUCKART, Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere. 1847. p. 38, 137.

2) HUXLEY, Report British Associat. for 1851, Not. p. 80.

3) LEUCKART, Arch. f. Naturgesch. XX. Jahrg. 1854, Bd. 2, p. 472.

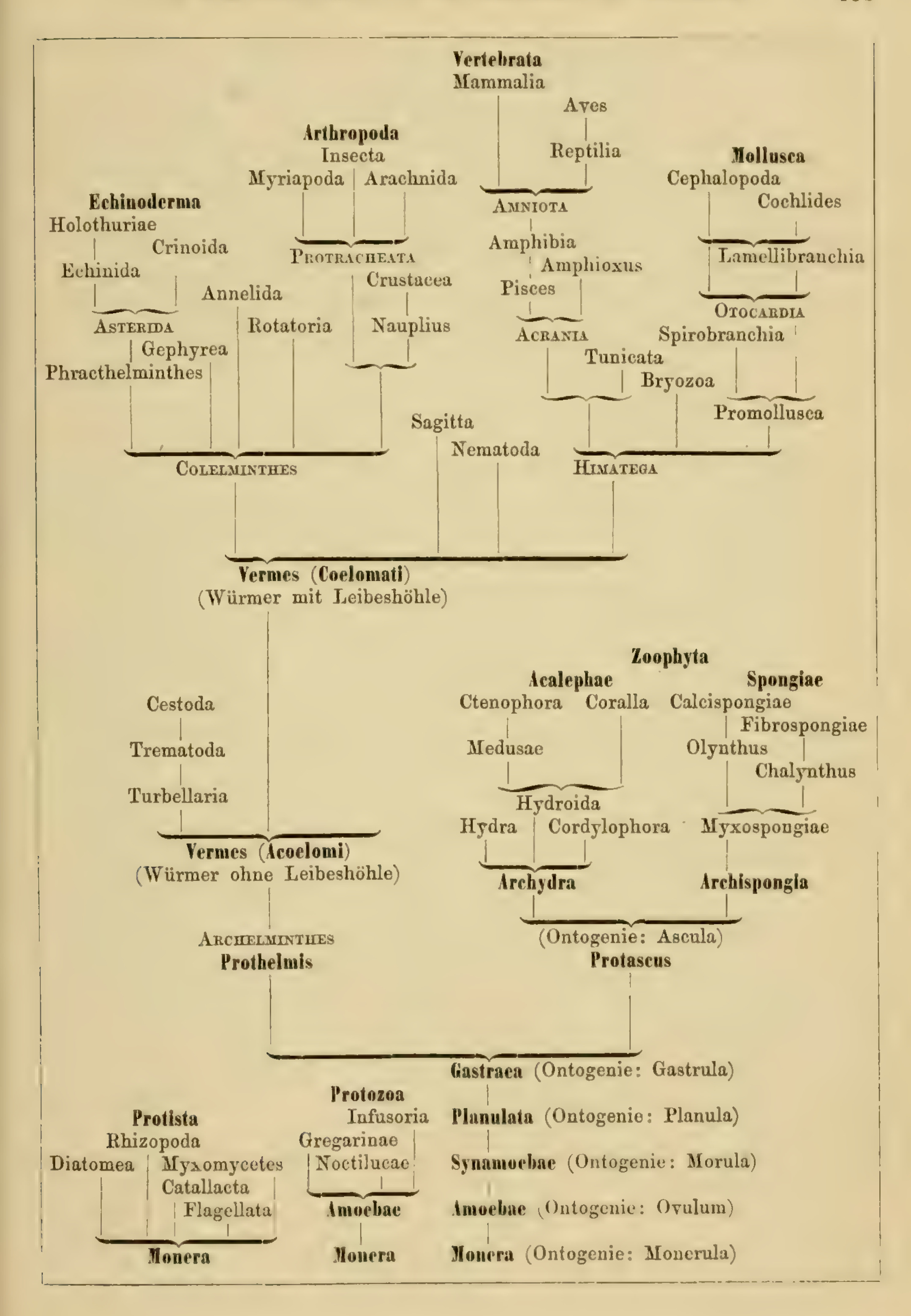
schluss der Spongien) mit der Bezeichnung der Zoophyten belegen, während wir die Coelenteraten im engeren Sinne (nach Ausschluss der Spongien) Acalephae nennen. Schon ARISTOTELES fasste unter dem Begriffe der Acalephen oder Kniden (ἀκαλῆφαι, κνῖδαι) die beiden Haupt-Typen dieser Gruppe, die festsitzenden Actinien und die sich ablösenden und frei schwimmenden Medusen zusammen. Mit Unrecht hat die spätere Zoologie nur die Medusen unter Acalephen verstanden. In unserem Sinne fallen die *Acalephae* mit den *Nematophora* von HUXLEY zusammen, und umfassen als drei Classen die Hydromedusen, Ctenophoren und Corallen (oder Anthozoen). Die Bezeichnung ist um so passender, als in der That die Nesselorgane den constantesten Unterschied der Spongien und Acalephen zu bilden scheinen.

3) Die Bezeichnung *Coelenterata* verwerfe ich vor Allen desshalb, weil ich diese Thiergruppe in einem ganz anderen Sinne auffasse, als LEUCKART. Dieser Autor betrachtete nämlich von Anfang an den centralen Hohlraum und seine Verästelungen nicht als Magen, sondern als Leibeshöhle, und hat auch neuerdings (1869) ausdrücklich die Annahme bekämpft, „dass der innere Höhlen-Apparat derselben nach seiner morphologischen Bedeutung der Leibeshöhle der übrigen Thiere entspreche.“ Ich theile dagegen die Ansicht von GEGENBAUR (1861), NOSCHIN (1865), SEMPER (1867) und KOWALEVSKY (1868), dass die Coelenteraten (sowohl Acalephen als Spongien) gar keine Leibeshöhle besitzen, und dass vielmehr ihr inneres Höhlen-System der Darm-Höhle der übrigen Thiere homolog ist. Diese Ansicht erscheint mir phylogenetisch von der grössten Bedeutung für das Verständniss der Homologien der Thierstämme und steht in vollster Uebereinstimmung mit der Keimblätter-Theorie.

Die Keimblätter-Theorie und der Stammbaum des Thierreiches.

Unter den phylogenetischen Fragen, welche durch DARWIN's epochemachende Reform der Descendenz-Theorie in den Vordergrund der philosophischen Zoologie getreten sind, ist eine der schwierigsten und dunkelsten, aber auch eine der interessantesten und wichtigsten die Frage nach der Blutsverwandtschaft der Typen oder Phylen, der grossen Hauptabtheilungen des Thierreiches, welche seit BÄR und CUVIER als gänzlich getrennte und selbstständige Einheiten galten. Ich habe 1866 in meiner generellen Phylogenie [1]) den ersten Versuch gemacht, diese Frage zu beantworten, und zwar dahin, dass ich eine gemeinsame Abstammung des ganzen Thierreiches von einer einzigen Stammform annahm, jedoch die Typen der Vertebraten, Mollusken, Arthropoden, Echinodermen und Würmer als engere genealogische Einheiten betrachtete, die nur unten an der Wurzel zusammenhingen. Näher habe ich sodann diesen Zusammenhang zu begründen und im Einzelnen durch Nachweis der verbindenden Zwischenformen zu präcisiren gesucht in meiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ (1868, Taf. III; III. Aufl. 1872, p. 449).

1) HAECKEL, Gener. Morphol. 1866, Bd. II, p. 408—417: „Die Stämme des Thierreichs“. Taf. I.


Vertebrata
Mammalia
Aves
Reptilia
Arthropoda
Insecta
Myriapoda
Arachnida
Mollusca
Cephalopoda
Cochlides
Echinoderma
Holothuriae
Crinoida
Echinida
Amniota
Amphibia
Amphioxus
Pisces
Protracheata
Crustacea
Nauplius
Lamellibranchia
Otocardia
Annelida
Asterida
Rotatoria
Acrania
Spirobranchia
Gephyrea
Phracthelminthes
Tunicata
Bryozoa
Promollusca
Sagitta
Nematoda
Coelminthes
Himatega
Vermes (Coelomati)
(Würmer mit Leibeshöhle)
Zoophyta
Acalephae
Spongiae
Cestoda
Ctenophora
Coralla
Calcispongiae
Fibrospongiae
Trematoda
Medusae
Olynthus
Chalynthus
Turbellaria
Hydroida
Hydra
Cordylophora
Myxospongiae
Vermes (Acoelomi)
(Würmer ohne Leibeshöhle)
Archydra
Archispongia
Archelminthes
Prothelmis
(Ontogenie: Ascula)
Protascus
Gastraea (Ontogenie: Gastrula)
Protozoa
Infusoria
Protista
Planulata (Ontogenie: Planula)
Rhizopoda
Gregarinae
Diatomea
Myxomycetes
Noctilucae
Synamoebae (Ontogenie: Morula)
Catallacta
Flagellata
Amoebae
Amoebae (Ontogenie: Ovulum)
Monera
Monera
Monera (Ontogenie: Monerula)

Schon ein Jahr später (1867) erhielten meine phylogenetischen Hypothesen eine höchst willkommene Bestätigung durch die inzwischen erschienenen, bedeutungsvollen, embryologischen Untersuchungen von KOWALEVSKY. Dieser verdienstvolle Naturforscher, der zum ersten Male die schwierigsten Fragen der vergleichenden Ontogenie unten an der Wurzel anfasste, und der durch seine glänzenden Entdeckungen über die identische Ontogenie des Amphioxus und der Ascidien die grösste innerhalb des Thierreiches bis dahin bestehende Kluft überbrückte, wies zugleich nach, dass bei den verschiedensten Thiergruppen der primordiale Entwickelungsgang des Embryo derselbe sei, und dass namentlich die bisher nur bei den Wirbelthieren fest begründete Keimblätter-Theorie auch auf die Wirbellosen der verschiedensten Gruppen ihre Anwendung finde [1]). In einer kürzlich erschienenen ausführlicheren Abhandlung sind diese Ansichten weiter ausgeführt [2]).

Dass den beiden primordialen Keimblättern der höheren Thiere auch die beiden permanenten Bildungshäute der Acalephen oder Nematophoren, Entoderm und Exoderm zu vergleichen sind, hatte schon 1849 der hochverdiente Entdecker derselben, HUXLEY [3]), nachgewiesen. In KLEINENBERG's gedankenreicher Monographie der Hydra ist dieser Vergleich näher begründet und zugleich für die Ansicht vom monophyletischen Ursprunge des Thierreiches verwerthet.

Die vorstehende Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Kalkschwämme hat den Nachweis geliefert, dass auch die Spongien noch in den Kreis dieser Stammverwandtschaft gehören, und dass gerade bei ihnen sich die beiden primordialen Keimblätter in der reinsten und einfachsten Form zeitlebens erhalten. Von entscheidender Bedeutung ist für diese Theorie die Entwickelung der Kalkschwämme aus der *Gastrula* (p. 333; Taf. 13, Fig. 5, 6; Taf. 30, Fig. 8, 9; Taf. 44, Fig. 14, 15). Die Gastrula halte ich für die wichtigste und bedeutungsvollste Embryonal-Form des Thierreichs. Sie tritt auf bei den Spongien (bei Calcispongien aller drei Familien), bei den Acalephen (Cordylophora, Medusen, Siphonophoren, Ctenophoren, Actinien), bei den Würmern (Phoronis, Sagitta, Euaxes, Ascidia etc.), bei den Echinodermen (Asteriden, Echiniden), bei den Mollusken *(Lymnaeus)* und bei den Vertebraten *(Amphioxus)*. Embryonal-Formen, welche aus der Gastrula ohne Schwierigkeit abzuleiten sind, finden sich auch bei den Arthropoden (Crustaceen sowohl als Tracheaten). Bei allen diesen Repräsentanten der verschiedensten Thierstämme besitzt die Gastrula ganz denselben Bau. Ueberall enthält ihr einfacher, länglich-runder, einaxiger Körper eine einfache centrale Höhle (Magen-

---

1) KOWALEVSKY, Entwickelungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus. 1867. Mem. de l'Acad. de S. Petersb. Tom. XI, No. 4.

2) KOWALEVSKY, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. 1871. Ibid. Tom. XVI, No. 12.

3) HUXLEY, On the anatomy and the affinities of the Medusae. Philosoph. Transact. 1849, p. 426.

höhle), welche sich am einen Pole der Axe durch eine Mündung öffnet; überall besteht die dünne Wand der Höhle aus zwei Zellenschichten oder Blättern: einem inneren Blatte von grösseren, dunkleren Zellen (Entoderm, Gastralblatt, inneres, trophisches oder vegetatives Keimblatt) und einem äusseren Blatte von kleineren, meist flimmernden, helleren Zellen (Entoderm, Dermalblatt, äusseres, sensorielles oder animales Keimblatt. Aus dieser Identität der Gastrula bei Repräsentanten der verschiedensten Thierstämme, von den Spongien bis zu den Vertebraten, schliesse ich nach dem biogenetischen Grundgesetze auf eine gemeinsame Descendenz der animalen Phylen von einer einzigen unbekannten Stammform, welche im Wesentlichen der Gastrula gleichgebildet war: Gastraea[1]).

Die Leibeshöhle und die Darmhöhle der Thiere.

Wenn die vorstehenden Vergleichungen richtig und demnach die beiden primordialen Keimblätter in dem ganzen Thierreiche von den Spongien bis zu den Vertebraten einschliesslich homolog sind, so ergiebt sich daraus sofort von selbst der Schluss, dass die Zoophyten oder Coelenteraten keine Leibeshöhle besitzen können, und dass alle inneren Höhlungen ihres Körpers (vom Intercanal-System einiger Spongien abgesehen) zum Gastrocanal-System gehören, Theile oder Ausstülpungen der Darmhöhle oder Magenhöhle sind. Alle diese Gastrocanäle sind ursprünglich vom Entoderm, vom Gastralblatte oder Darmdrüsen-Blatte ausgekleidet, wie dasselbe für den Darmcanal und seine Anhänge auch bei allen höheren Thieren gilt. Vielleicht ist es vortheilhaft, um diese durchgreifende Homologie auszudrücken, die primordiale Anlage des Darms, wie sie beim

1) Ausgeschlossen sind von dieser gemeinsamen Descendenz nur die Protozoen. Für diese nehme ich zum grössten Theile eine selbstständige polyphyletische Descendenz an, insbesondere für diejenigen sogenannten „Protozoen", welche ebenso gut als Pflanzen wie als Thiere betrachtet werden könnten und daher am besten als neutrale Protisten aufgefasst werden. Andere Protozoen gehören unzweifelhaft theilweise zu den directen Vorfahren der Gastrula, so namentlich die Amoeben und Moneren (vergl. p. 347). Die Bedenken, welche gegen die Homologie der Gastrula bei allen verschiedenen Thierstämmen erhoben werden könnten, werde ich an einem anderen Orte widerlegen. Das schwerste Bedenken scheint darin zu liegen, dass die Gastrula auf zwei ganz verschiedenen Wegen aus der Morula entstehen soll: das eine Mal (bei Spongien, Hydroiden, einigen Würmern etc.) durch centrale Aushöhlung der Morula und Durchbruch der so gebildeten Magenhöhle nach aussen; das andere Mal (bei anderen Würmern, Ascidien, Echinodermen, Amphioxus) durch Bildung einer Keimblase *(Blastosphaera)*, einer Hohlkugel, deren Wand aus einer Zellenschicht besteht, und durch Einstülpung dieser Keimblase in sich selbst. Jedoch ist diese anscheinend sehr wesentliche Differenz noch genauer bezüglich ihrer Bedeutung und Verbreitung zu untersuchen, und da sie bei sehr nahe verwandten Formen eines Stammes vorkommt (z. B. Hydroiden und Medusen), so halte ich sie (ihre Realität vorausgesetzt!) für ganz unwesentlich: durch secundäre Fälschung der Ontogenese entstanden. Das Resultat ist in beiden Fällen ganz dasselbe

Olynthus und bei der Hydra in einfachster Form zeitlebens persistirt, als Urdarm *(Progaster)* und seine Mundöffnung als Urmund *(Prostoma)* zu bezeichnen; um so mehr, als nach KOWALEVSKY's Angaben diese primordiale Mundöffnung nicht dem späteren bleibenden Munde, sondern dem späteren After (wenigstens bei vielen Thieren) zu entsprechen scheint.

Die wahre Leibeshöhle, welche bei den Vertebraten gewöhnlich Pleuroperitonealhöhle genannt wird, und für welche wir statt dieses neunsylbigen Wortes die bequemere zweisylbige Bezeichnung Coelom (*κοίλωμα, τὸ* die Höhlung) vorschlagen, findet sich nur bei den höheren Thierstämmen, bei den Würmern, Mollusken, Echinodermen, Arthropoden und Vertebraten. Wie die Ontogenie der Wirbelthiere lehrt, entsteht dieses Coelom stets zwischen innerem und äusserem Keimblatte, durch eine Spaltung des mittleren Keimblattes in Hautfaserplatte und Darmfaserplatte. Da nun den Spongien das mittlere Keimblatt ganz fehlt, kann es auch bei ihnen kein Coelom geben. Ebensowenig kommt dasselbe bei den Acalephen vor, obwohl sich hier ein mittleres Keimblatt (Mesoderm oder Muskelblatt) bereits entwickelt. Sehr wichtig ist es dabei für unsere monophyletische Descendenz-Hypothese, dass auch den niedersten Würmern (Turbellarien, Trematoden, Cestoden etc.) das Coeloma noch gänzlich fehlt, und erst bei den höheren Würmern *(Vermes coelomati)* zur Entwickelung gelangt, von denen es sich auf alle vier höheren Thierstämme vererbt hat. Die Würmer ohne Leibeshöhle *(Vermes acoelomi)* sind in dieser Beziehung „Coelenteraten".

Die wahre Leibeshöhle oder das Coelom kann demnach niemals, wie die Darmhöhle oder Magenhöhle, von dem Entoderm umschlossen werden. LEUCKART sagt allerdings (noch 1869!) ausdrücklich: „Die Leibeshöhle der Coelenteraten liegt nicht zwischen Exoderm und Entoderm, sondern wird von letzterem umschlossen". Allein gerade dieser Ausspruch beweist, dass LEUCKART's Auffassung des „Coelenteraten-Typus" völlig irrthümlich ist. Ebenso wenig kann die Leibeshöhle jemals mit der Magenhöhle oder der Darmhöhle direct communiciren, wie das in den Schriften LEUCKART's und vieler anderen Autoren von den „Coelenteraten" angegeben wird. Vielmehr zeigt die Anatomie und Ontogenie des Coelom oder der Pleuroperitoneal-Höhle bei allen höheren Thieren deutlich und unzweifelhaft, dass diese wahre Leibeshöhle vom ersten Anfang an ein völlig selbstständiger Hohlraum ist, völlig unabhängig von dem niemals mit ihr zusammenhängenden Darmrohre. Niemals führt die Mundöffnung in die wahre Leibeshöhle, und wenn LEUCKART und Andere die Darmhöhle oder Magenhöhle der Coelenteraten als „Leibeshöhle" auffassen, so müssten sie consequenter Weise die Oeffnung derselben nicht Mundöffnung, sondern *Porus abdominalis* heissen.

Bei diesen wie bei vielen anderen schwierigen morphologischen Verhältnissen tritt die wahre und richtige Auffassung sofort in ihre volle Kraft, wenn man sie

im Lichte der Descendenz-Theorie betrachtet. Das erste Organ, welches die primordiale vielzellige Synamoeba bei eintretender organologischer Differenzirung sich bilden musste, war der Darm. Nahrungsaufnahme war das erste Bedürfniss. So entstand die Gastraea, deren ganzer Körper noch Darm ist, wie beim Protascus, wie beim Olynthus und der Hydra (bei letzterer von den Tentakeln abgesehen). Erst viel später, erst nach Entstehung des mittleren Keimblattes, bildete sich in diesem (durch Spaltung des Mesoderms, der soliden Zellenmasse zwischen Exoderm und Entoderm) die wahre Leibeshöhle. In ihr sammelte sich Flüssigkeit an, das erste Blut. Bei allen Thieren, welche eine wahre Leibeshöhle haben, ist diese entweder mit Blut gefüllt oder mit Lymphe (also direct mit dem Blutgefäss-System communicirend!), niemals aber mit Chymus oder Chylus oder gar mit rohem Nahrungs-Material. Mithin sind auch die Hohlräume des Gastrocanal-Systems bei den Spongien und Acalephen keine Leibeshöhle, sondern eine Darmhöhle.

Der Ursprung des Mesoderms und der Geschlechts-Organe.

Im Anschluss an die vorstehende Theorie von der Homologie der Keimblätter im ganzen Thierreiche mögen noch einige eng damit zusammenhängende Fragen kurz berührt werden. Wir nehmen dabei die angeführte Homologie insoweit als bewiesen an, dass das primitive Darmrohr bei allen Thierstämmen, von den Spongien bis zu den Wirbelthieren, ursprünglich identisch, aus dem Entoderm der Gastrula hervorgegangen ist, und ebenso anderseits das Dermalblatt (Nerven-Hornblatt) aus dem Exoderm der Gastrula entstanden [1]).

Bei den Spongien, wenigstens sicher bei den Calcispongien und bei vielen anderen niederen Schwämmen, bleiben die beiden Keimblätter in ihrer ursprünglichen Einfachheit zeitlebens erhalten. Auch bei den niedersten Acalephen treffen wir sie noch so an. Aber schon bei *Hydra* beginnt sich zwischen beiden Blättern ein drittes Blatt, ein Muskelblatt zu entwickeln, das sich bei den höheren Acalephen zu einem selbstständigen Mesoderma mit vielfach differenzirten Producten gestaltet. Da nun nach KLEINENBERG's sorgfältiger Darstellung dieses Muskelblatt unmittelbar aus dem Exoderm hervorgeht, und da auch KÖLLIKER das Mesoderm der Acalephen von dem Exoderm mit aller Bestimmtheit ableitet, so dürfte hierdurch die Frage von dem Ursprunge des mittleren Keimblattes ihrer Entscheidung näher gerückt werden. Bekanntlich leiten die meisten Ontogenisten bei den Wirbelthieren das mittlere Keimblatt durch Spaltung aus dem unteren ab, während an-

1) Die von KOWALEVSKY (l. c. 1871, p. 6) geäusserte Ansicht, dass das Darmdrüsenblatt der Insecten demjenigen der übrigen Thiere nicht homolog, sondern ein ganz besonderes Blatt sei, halte ich für irrthümlich. Gerade bei den Insecten ist die Ontogenie durch secundäre Anpassung sehr stark gefälscht. Anderseits halte ich die embryonalen Hüllen (und namentlich das Amnion) bei Insecten und Vertebraten entschieden für nicht homolog. Das sind nur analoge Hüllen; sie fehlen den niederen Wirbelthieren.

dere dasselbe aus dem oberen entstehen lassen. Die Morphologie der Hydra, bei welcher die einzelnen, das mittlere Blatt zusammensetzenden Muskeln weiter nichts, als innere Fortsätze der Exoderm-Zellen sind und zeitlebens mit diesen in Zusammenhang bleiben, scheint den Ursprung des Mesoderms oder Muskelblattes aus dem äusseren Keimblatte, dem Exoderm darzuthun (vergl. die Anmerkung auf p. 473).

Grössere Schwierigkeiten bereitet die Frage nach dem Ursprunge der Geschlechtsorgane. In der Embryologie der Wirbelthiere werden die ersten Anlagen der Sexual-Drüsen noch in der neuesten Zeit von Einigen aus dem oberen, von Vielen aus dem mittleren und von Anderen aus dem unteren Keimblatte abgeleitet. Es finden demnach alle drei möglichen Ansichten hier noch gegenwärtig ihre Vertretung. Wenn wir nun auf Grund unserer oben behaupteten Homologie diese Widersprüche dadurch zu lösen versuchen, dass wir den Ursprung der Sexual-Zellen bei den Zoophyten als massgebend ansehen, so finden wir hier leider dieselben Differenzen wieder. Fast eben so zahlreiche Beobachter lassen die Eier und Spermazellen der Acalephen aus dem Exoderm, wie aus dem Entoderm hervorgehen. Aus dem Entoderm nehmen die Sexual-Zellen ihren Ursprung nach meinen eigenen Beobachtungen [1]) bei den Medusen (1864), nach den Untersuchungen von Kölliker [2]) „bei Medusen und Hydroidpolypen ohne Ausnahme" (1865), nach den Angaben von Allman [3]) bei den Sertularien und Tubularien (1871).

Auch die noch nicht veröffentlichten Untersuchungen von Dr. Gottlieb von Koch stimmen hiermit überein und ich habe bei ihm selbst zahlreiche Praeparate von Corallen (Veretillum, Cereanthus etc.) und von Hydroiden (Coryne, Tubularia etc.) gesehen, welche den Ursprung der Eizellen aus dem Epithelium der Gastrocanal-Räume unzweifelhaft zu beweisen scheinen.

Diesen Angaben entgegen sollen die Geschlechtsproducte der Acalephen aus dem Exoderm entstehen: bei den Siphonophoren nach Keferstein und Ehlers [4]), bei Cordylophora nach F. E. Schulze (l. c. p. 36) und bei Hydra nach Kleinenberg (l. c. p. 30, 32).

Bei den Spongien konnte der Ursprung der Sexual-Zellen bisher schon desshalb nicht mit Bezug auf jene Frage untersucht werden, weil man überhaupt den fundamentalen Aufbau ihres Körpers aus den beiden Bildungshäuten, und die Homologie derselben mit dem Exoderm und Entoderm der Nesselthiere, sowie mit den beiden Keimblättern der höheren Thiere nicht erkannt hatte. Indem ich zum ersten Male diese Homologie nachwies, musste natürlich die Frage, aus welchem der bei-

1) Haeckel, die Familie der Rüsselquallen (Medusae Geryonidae). Jenaische Zeitschr. I. Bd. 1864, p. 449.

2) Kölliker, Icones histologicae, II. Heft, 1865, p. 89.

3) Allman, Monograph of the Gymnoblastic or Tubularian Hydroids. 1871, p. 149.

4) Keferstein und Ehlers, Zoologische Beiträge, 1861, p. 2.

den Blätter die Sexual-Zellen ihren Ursprung nehmen, für mich besondere Bedeutung gewinnen. Ich habe diese Frage im dritten Kapitel (p. 150—160) ausführlich erörtert, und bin schliesslich dort zu dem Resultate gelangt, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit beiderlei Sexual-Zellen aus dem Entoderm abzuleiten sind. Leider kann ich jedoch, wie dort angeführt, diese Behauptung nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit geben, und muss immer noch die entgegengesetzte Möglichkeit offen lassen.

Das biogenetische Grundgesetz.

„Die Ontogenesis ist die kurze und schnelle Recapitulation der Phylogenesis, bedingt durch die physiologischen Functionen der Vererbung (Fortpflanzung) und Ernährung (Anpassung). Das organische Individuum wiederholt während des raschen und kurzen Laufes seiner individuellen Entwickelung die wichtigsten von denjenigen Formveränderungen, welche seine Voreltern während des langsamen und langen Laufes ihrer paläontologischen Entwickelung nach den Gesetzen der Vererbung und Anpassung durchlaufen haben." Mit diesen Worten habe ich in meiner allgemeinen Entwickelungsgeschichte [1]) die Theorie von dem Causal-Nexus der Ontogenese und Phylogenese, der biontischen und der phyletischen Entwickelung ausgedrückt, auf welcher nach meiner unerschütterlichen Ueberzeugung das ganze innere Verständniss der Entwickelungsgeschichte beruht, und welche ich daher als biogenetisches Grundgesetz an deren Spitze gestellt habe. Mit diesem ersten „Grundgesetze der organischen Entwickelung" ist die ganze Descendenz-Theorie untrennbar verbunden; beide stehen und fallen mit einander. In unübertrefflicher Weise hat dies Fritz Müller in seiner geistreichen Phylogenie der Crustaceen nachgewiesen [2]).

Die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Kalkschwämme, wie sie im dritten und vierten Kapitel dieses Bandes gegeben worden ist, hat eine zusammenhängende Bestätigung jenes Gesetzes gegeben. Auf diese gestützt konnten wir auf den vorhergehenden Seiten den Versuch machen, ihre Consequenzen über das enge Gebiet der Spongien hinaus auf die generelle Phylogenie des Thierreichs auszudehnen. Dieselben hier nochmals ausdrücklich hervorzuheben, veranlasst uns einerseits der Widerspruch, welchen unser biogenetisches Grundgesetz gefunden hat [3]), anderseits der Wunsch, an einige leitende Principien zu erinnern, welche bezüglich der Ontogenie bei dieser Gelegenheit sich aufgedrängt haben.

1) Haeckel, Generelle Morphologie, 1866, Bd. II, p. 6, 300. Natürl. Schöpfungsgeschichte, III. Aufl. 1872, p. 362.

2) Fritz Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.

3) Die entschiedenste Opposition gegen das biogenetische Grundgesetz hat von Seiten der Embryologen Professor His in Leipzig erhoben. (Ueber die erste Anlage des Wirbelthier-Leibes, Leipzig 1867.

Offenbar hat sich die neuere Ontogenie oder Embryologie von Jahr zu Jahr mehr in ein Chaos von widersprechenden Ansichten und Behauptungen aufgelöst, welche den Werth dieser Wissenschaft in höchst zweifelhaftem Lichte erscheinen lassen. Wir brauchen bloss an die völlig unvereinbaren Darstellungen zu erinnern, welche in den letzten Jahren von der Embryologie vieler Vertebraten und Arthropoden gegeben worden sind. Theilweise kann dieser chaotische Zustand der animalen Ontogenie wohl durch die Schwierigkeit des Gegenstandes und durch die verschiedenen Methoden der Beobachter entschuldigt werden. Zum grösseren Theile aber liegt die Schuld wohl daran, dass die meisten Ontogenisten überhaupt ohne Methode arbeiten; sofern man nämlich unter wissenschaftlicher Untersuchungs-Methode nicht bloss die technisch-empirische Behandlung des Gegenstandes mit anatomischen Instrumenten und chemischen Reagentien, sondern die denkende und planvolle Erfassung, die vergleichende Behandlung und die philosophische Entwickelung der Aufgabe versteht.

Ueber die Bedeutung der Entwickelungsgeschichte für die Auffassung der organischen Natur. Leipzig 1870.) Die Anschauungen über die Bedeutung der Ontogenie, welche His hier entwickelt, stehen zu den meinigen im schroffsten Antagonismus; es kann aber für die fortschreitende Erkenntniss nur von Vortheil sein, wenn solche unvereinbare Gegensätze möglichst klar und scharf ausgesprochen werden. Entweder existirt ein directer und causaler Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie, oder er existirt nicht. Entweder ist die Ontogenese ein gedrängter (und theilweise durch die Anpassung gefälschter) Auszug der Phylogenese, oder sie ist dies nicht. His theilt die letztere Ansicht, ich die erstere. His steht mit seinem Antagonismus gegen die Phylogenie nach meiner Ansicht völlig auf dem Boden der längst überwundenen Evolutions-Theorie, obschon er diese zu bekämpfen scheint. Die wahre Theorie der Epigenesis hat er gar nicht verstanden; sonst würde er ihren inneren Zusammenhang mit der Descendenz-Theorie begriffen haben; denn beide sind unzertrennlich. Was die vielbewunderten Versuche von His betrifft, nach einer neuen, angeblich mechanischen Weise die ontogenetischen Thatsachen zu erklären, so erscheinen sie mir völlig verkehrt und werthlos. Der Versuch, die Keimscheibe (welche nicht elastisch ist!) als elastische Platte aufzufassen, und durch deren ungleiche Ausdehnung die Entstehung der Falten zu erklären — der Versuch, die Homologie der vier Vertebraten-Extremitäten durch die Kreuzung von vier den Körper umgrenzenden Falten, den vier Ecken eines Briefes ähnlich, zu erklären, und andere ähnliche Einfälle erscheinen nur einer humoristischen Beleuchtung, keiner ernstlichen Widerlegung fähig. Dass man gerade diese schnurrigen Einfälle als grosse Ideen bewundert hat, beweist die völlige Urtheilslosigkeit, welche gegenwärtig in der Ontogenie wie in der Histologie herrscht. Zugleich beweisen aber diese starken Missgriffe, bei denen nur der grosse vergebliche Aufwand von Zeit, Mühe und Fleiss zu bedauern ist, wie nothwendig für Arbeiten auf dem schwierigen Felde der Ontogenie die Orientirung in dem Gebiete der vergleichenden Anatomie und die Beziehung der ontogenetischen Vorgänge auf ihre mechanischen phylogenetischen Ursachen, ihre wahren „*causae efficientes*“ ist. Nur dadurch, dass diese beiden Bedingungen von His nicht erfüllt sind, lässt sich erklären, wie er zu einer so völlig schiefen Auffassung der Embryologie gelangen konnte. Freilich hat Dönitz, dem Beispiele seines Meisters Reichert folgend, gezeigt, dass man die Confusion auf dem Gebiete der Ontogenie noch viel weiter treiben kann, und dass selbst die Keimblätter-Theorie nicht mehr nöthig ist

Ohne Zweifel würde der Zustand der heutigen Embryologie ein weit erfreulicherer sein, wenn nicht die meisten Embryologen ihr Auge gänzlich von denjenigen beiden Leitsternen abwendeten, welche auf dem schwierigen und dunkeln Pfade der Ontogenie allein im Stande sind zum Ziele hinzuführen, von der vergleichenden Anatomie und von der Phylogenie. Den meisten embryologischen Arbeiten sieht man es auf den ersten Blick an, dass ihre Verfasser in der vergleichenden Anatomie, wie sie z. B. in den classischen „Grundzügen" von GEGENBAUR musterhaft behandelt ist, nicht orientirt sind, und dass sie wenig mehr kennen, als das einzelne Thier oder die einzelne Thiergruppe, deren Entwickelung sie studiren. Nun ist aber gerade für das Verständniss der höheren Thiere die gründliche Kenntniss in der vergleichenden Anatomie der niederen Thiere unerlässlich. Ebenso unerlässlich ist aber auch für jede gute ontogenetische Untersuchung der beständige Hinblick auf die Phylogenie. Viele falsche embryologische Theorien hätten gar nicht zur Geltung kommen können, wenn man sie im Lichte der Descendenz-Theorie betrachtet und auf die Phylogenie bezogen hätte [1]). Vergleichende Anatomie, Ontogenie und Phylogenie bleiben die drei grossen „Schöpfungsurkunden", welche in ihrer gegenseitigen Ergänzung, Erläuterung und Uebereinstimmung allein im Stande sind, uns über Wesen und Entstehung der organischen Formen aufzuklären.

1) Die Bedeutung der ontogenetischen Theorien, welche ohne Hinblick auf die Phylogenie aufgestellt wurden, erhellt aus folgender Thatsache: Bei einem und demselben Wirbelthiere (z. B. beim Hühnchen) findet noch heute die eine Gruppe von Beobachtern, dass das mittlere Keimblatt aus dem oberen, eine zweite Gruppe findet, dass dasselbe aus dem unteren Keimblatte entsteht; eine dritte Gruppe findet, dass die obere Hälfte des mittleren Keimblattes (die Hautplatte) aus dem Dermal-Blatte, die untere Hälfte hingegen (die Darmfaserplatte) aus dem Gastral-Blatte hervorgeht. Ebenso lassen die einen Embryologen die Geschlechts-Organe aus dem oberen, andere aus dem mittleren, andere aus dem unteren Blatte entstehen. Nicht anders verhalten sich die Differenzen bezüglich der Entstehung anderer Organe. Da nun jeder dieser Beobachter versichert, dass seine Beobachtung die richtige und alle anderen falsch seien, so sieht sich der Phylogenist, der aus diesen ontogenetischen Thatsachen wenigstens die wichtigsten Grundzüge der Phylogenie sicher zu erkennen wünscht, ihnen gegenüber völlig rathlos.

Was den Ursprung des Mesoderms betrifft, so ist dem oben (p. 469, 470) darüber Gesagten noch hinzuzufügen, dass auch die dritte, so eben angeführte Ansicht Anspruch auf Geltung hat. Gerade aus Gründen der vergleichenden Anatomie ist es nicht unwahrscheinlich, dass ursprünglich (phyletisch!) die Darmfaserplatte (oder das Darmmuskel-Blatt) aus dem Entoderm, die Hautplatte hingegen (oder das Hautmuskel-Blatt) aus dem Exoderm entstanden ist. Die Zusammenfassung der beiden, ursprünglich getrennten Muskelblätter im Mesoderm, wie sie in der Ontogenie der Wirbelthiere gewöhnlich aufzutreten scheint, würde dann als ein secundärer Entwickelungs-Act aufzufassen sein.

Achtes Kapitel.

Die Kalkschwämme und die Descendenz-Theorie.

Principien der Classification.

Die Aufgabe, welche wir uns in dieser Monographie der Kalkschwämme als Hauptziel gesetzt hatten, die analytische Lösung des Problems von der Entstehung der Arten, ist im ersten und zweiten Bande derselben auf verschiedene Weise verfolgt worden. Im ersten Bande, und namentlich im zweiten Abschnitte desselben, in der Morphologie der Kalkschwämme, habe ich alle hier vorkommenden Form-Verhältnisse in ihrem allgemeinen Zusammenhange darzustellen und die vollständige „Einheit ihres Bauplans" durch die gemeinsame Abstammung aller Calcispongien vom Olynthus zu erklären versucht. In dem zweiten Bande hingegen habe ich die Stammverwandtschaft aller Formen dieser Gruppe dadurch darzuthun gesucht, dass ich die Species der Kalkschwämme der genauesten anatomischen Analyse unterwarf, wobei ich mich gezwungen sah, abweichend von den bisherigen Regeln der Systematik, zwei gänzlich verschiedene Systeme neben einander zu stellen, ein natürliches und ein künstliches System.

Die Principien der Classification, denen ich hierbei gefolgt bin, ergeben sich für den denkenden Leser aus dem vergleichenden Studium der beiden Systeme von selbst. Das natürliche System (Bd. II, p. 11—380) ist „ausgeführt nach den phylogenetischen Principien der Descendenz-Theorie, bei mittlerer Ausdehnung des Species-Begriffes" (vergl. oben p. 79). Dasselbe enthält 21 Genera mit 111 Species. Das künstliche System (Bd. II, p. 381—412) ist „ausgeführt nach den bisher in der Systematik der Spongien befolgten Principien, bei mittlerer Ausdehnung des Species-Begriffes" (vergl. oben p. 82). Dasselbe enthält 39 Genera mit 289 Species.

Die logischen Principien, nach denen das künstliche System ausgeführt ist, sind gänzlich verschieden von den genealogischen Principien, auf denen das natürliche System ruht. Das erstere berücksichtigt vor Allem die Producte der Anpassung, das letztere die Constanz der Vererbung. Das künstliche System giebt eine möglichst bestimmte Unterscheidung und übersichtliche Anordnung

der verschiedenen Formen auf Grund derjenigen Merkmale, welche bei der logischen, bloss auf den *äusseren* morphologischen Zusammenhang der Formen gerichteten Vergleichung als Species-Charactere imponiren. Das natürliche System hingegen strebt nach der tieferen Erkenntniss des *inneren* morphologischen Zusammenhangs derselben, und sucht demgemäss sich dem *Stammbaum* der Arten zu nähern. Selbstverständlich wird dieses Ziel bei den Spongien ebenso wie bei allen anderen Organismen niemals vollständig erreicht werden, schon aus dem einfachen Grunde, weil die drei grossen Schöpfungsurkunden der natürlichen Schöpfungsgeschichte — Vergleichende Anatomie, Ontogenie und Paläontologie — uns immer nur in unvollständigen Bruchstücken zugänglich sind. Dennoch wird sich durch fortgesetzte phylogenetische Versuche das natürliche System dem wahren Stammbaume immer mehr und mehr annähern.

In wie weit diese Annäherung dem natürlichen System der Kalkschwämme geglückt ist, wird der denkende Leser am besten aus dem Studium des zweiten Bandes ermessen, und namentlich aus der Würdigung der generischen und specifischen, der connexiven und transitorischen *Varietäten*. Die Annäherung an den wirklichen Stammbaum wurde hier mehr möglich, als bei anderen Organismen-Gruppen, weil sich die Verhältnisse der *Vererbung* und der *Anpassung* bei den Kalkschwämmen ungewöhnlich klar übersehen lassen. Der Antheil, den jede dieser beiden formbildenden Functionen an der Production der individuellen Form hat, lässt sich hier näher und sicherer bestimmen, als es sonst gewöhnlich der Fall ist.[1]).

---

1) Die Aufstellung des künstlichen Systems neben dem natürlichen Systeme wird der Systematiker der Schule für eine unnütze Spielerei oder für einen paradoxen Einfall halten. Beide Auffassungen muss ich zurückweisen. Beide Systeme können neben einander bestehen und erfüllen verschiedene Aufgaben. *Das natürliche System* besitzt seine Bedeutung für die *Phylogenie*, weil es uns den genealogischen Zusammenhang der Species nachweist. Dasselbe vernachlässigt vollständig die mannichfaltigen Formverhältnisse der Stockbildung, der Mundbildung, der Magenbildung, der äusseren Körperform etc., weil alle diese Verhältnisse nachweisbar der *Anpassung* in so hohem Maasse unterliegen, dass sie nicht einmal zur Characteristik natürlicher Species, geschweige denn höherer Abtheilungen (Genera, Familien) dienen können. Nur diejenigen anatomischen Verhältnisse sind für das natürliche System von Bedeutung, welche sich trotz mannichfacher Differenzirung dennoch relativ *constant vererben*, also nächst der streng erblichen, dreifach verschiedenen Structur der Magenwand, lediglich die gröberen und feineren Form-Verhältnisse des Skelets und der dasselbe zusammensetzenden Spicula.

Das künstliche System hat anderseits seine besondere Bedeutung für die *vergleichende Anatomie*. Für diese sind die mannichfaltigen Verhältnisse der Stockbildung und des Canal-Systems (namentlich Mundbildung und Magenbildung) von besonderem Interesse, und sie verfolgt die Formwandlungen dieser wichtigsten Organe, zunächst unbekümmert darum, ob deren verschiedene Bildungen ganz variabel innerhalb einer und derselben Species, oder constant bei verschiedenen Arten vorkommen. Hingegen ist das morphologische Detail der Spicula, welches für die Phylogenie so massgebende Bedeutung besitzt, für die vergleichende Anatomie von ganz untergeordnetem Werthe. Der letzteren ist es ganz gleichgültig, ob das Skelet des Olynthus, des Soleniscus oder des Sycurus aus Dreistrahlern oder Vierstrahlern oder Stab-

Begriff und Descendenz der Species.

Der Species-Begriff ist der centrale Angriffs-Punkt der Descendenz-Theorie und der eigentliche Kern aller Discussionen über „Entwickelung oder Schöpfung". Diesen Begriff hier nochmals zu untersuchen, würde vollkommen überflüssig sein. Ich habe

---

nadeln besteht, und wie diese Spicula speciell geformt sind. Wohl aber ist für sie die Vergleichung der Olynthus-Form, der Soleniscus-Form und der Sycurus-Form von höchstem Interesse. Die Formen, welche wir im künstlichen System als Genera aufführen, wie z. B. Olynthus, Soleniscus, Nardorus, Lipostomella, Coenostomium, Aphroceras, Sycarium, Sycinula, Sycometra etc. sind ganz bestimmte morphologische Begriffe, welche für die vergleichende Anatomie der Kalkschwämme ganz unentbehrlich erscheinen, theils weil sie als wesentlich verschiedene Formen uns imponiren, theils weil sie für die Vergleichung mit entsprechenden Acalephen-Formen sehr wichtig sind. Die Aufstellung dieser Formen als besonderer Gattungen durch die frühere Systematik (besonders durch O. SCHMIDT) hatte daher ihr gutes Recht, und indem ich das künstliche System in diesem Sinne consequent logisch ausbaute, verfuhr ich nicht lediglich „mit köstlicher Ironie," wie O. SCHMIDT meint (Atlant. Spong. p. 2). Allerdings liegt in dieser logischen Durchführung des künstlichen Systems eine starke Ironie, aber nicht desshalb, weil die natürlichen Species in der Zwangsjacke dieses künstlichen Systems sich höchst paradox ausnehmen, sondern desshalb, weil die systematischen Thatsachen, in dieser nackten Weise blossgelegt, die ganze bisherige Species-Dogmatik in ihrem völligen Contrast zu dem natürlichen Zusammenhang der Arten, und die „absolute Species" als ein künstliches Hirngespinnst nachweisen. Nicht meine Person, sondern die Natur ist es, welche bei jedem tieferen Eingehen auf das Wesen der Species die herrschende Lehre der Schule von ihrer Constanz und selbstständigen Schöpfung nur mit Ironie behandeln kann. Ich selbst habe in den ersten Jahren meiner Calcispongien-Studien die Genera des bestehenden Systems, wie sie namentlich durch O. SCHMIDT schärfer präcisirt waren, *bona fide* acceptirt und meine Species danach zu ordnen gesucht. Erst ganz langsam und allmählich entwickelte sich die Erkenntniss, wie unnatürlich in Wahrheit diese Genera und Species sind, und wie die grösseren und kleineren Formen-Büschel in dem Stammbaume des natürlichen Systems eine gänzlich verschiedene Gestalt besitzen. Aber selbst als ich 1869 die vorläufigen Resultate meiner systematischen Studien in dem „Prodromus eines Systems der Kalkschwämme" veröffentlichte, war ich noch nicht zu derjenigen Erkenntniss ihres natürlichen Systems gelangt, welche ich erst durch die massenhafte Vergleichung vieler hundert Individuen von einzelnen Arten an den norwegischen und dalmatischen Küsten gewann und deren Ergebniss ich 1871 in dem Aufsatze „über das natürliche System der Schwämme" mittheilte.

Jetzt natürlich kann ich die Genera und Species des künstlichen Systems nur *mala fide* aufführen. Ich muss sie aber aufführen und beibehalten, weil sie für den Gebrauch des Systems und für die Begriffe der vergleichenden Anatomie unentbehrlich sind, und also neben den wahren (d. h. phylogenetisch geordneten) Genera und Species des natürlichen Systems ihre gute praktische Berechtigung haben.

Wie man in der praktischen Systematik der Kalkschwämme mit den beiderlei Benennungen des natürlichen und des künstlichen Systems verfahren will, ist mir gleichgültig. Am vortheilhaftesten wird sich für die praktische Unterscheidung der einzelnen Formen eine ternäre Nomenclatur herausstellen. Statt also zu sagen: „die Olynthus-Form von Ascetta primordialis" wird man einfach *Ascetta (Olynthus) primordialis* oder auch umgekehrt *Olynthus (Ascetta) primordialis* sagen. Der vergleichende Anatom, dem der *Ascetta*-Begriff gleichgültig ist, wird dieselbe Art *Olynthus primordialis* nennen; der Phylogenist hingegen, für den die *Olynthus*-Form nur untergeordnete Bedeutung hat, wird dieselbe Species *Ascetta primordialis* nennen.

meine Ansichten über denselben in der Kritik des morphologischen, physiologischen und genealogischen Species-Begriffes in meiner generellen Morphologie (Bd. II, p. 323 —364) so ausführlich erörtert, dass ich hier nur das dort Gesagte wiederholen müsste. Alle bisherigen Versuche, dem Species-Begriff einen festen Umfang und Inhalt zu geben, sind gescheitert, und haben eben durch dieses negative Resultat zu der Ueberzeugung geführt, dass der gesuchte positive Begriff nicht zu definiren ist. Auch die von mir (l. c.) versuchte genealogische Begriffsbestimmung ist ebenso ungenügend und unhaltbar als alle anderen. Dies liegt in der Natur des Gegenstandes. Die Species ist ebenso eine willkührliche, durch die subjective Anschauung des Autors bedingte Abstraction, ebenso eine Kategorie von nur relativer Bedeutung, wie die Begriffe der Varietät, des Genus, der Familie etc. Alle diese Kategorien haben ihren Werth nur in den gegenseitigen Beziehungen zu einander und verdanken ihren Ursprung dem subjectiven Gesetze der Specification (l. c. p. 331).

Man braucht übrigens bloss einen Blick auf die Praxis der zoologischen und botanischen Systematik zu werfen, um sich zu überzeugen, dass deren praktische Species-Unterscheidung mit allen jenen theoretischen Begriffsbestimmungen der Species nicht das mindeste zu thun hat. Vielmehr herrscht überall bei jener Unterscheidung die grösste subjective Willkühr und daher auch zwischen den verschiedenen Systematikern ein endloser Streit. Niemals sind noch zwei Systematiker, welche eine und dieselbe Formengruppe gründlich bearbeitet haben, über die Zahl und Abgrenzung der darin vereinigten Species zu völliger Uebereinstimmung gelangt.

Bei den Kalkschwämmen unterliegt nun aber die praktische Species-Unterscheidung aus den angeführten Gründen noch viel grösseren Schwierigkeiten, als bei den meisten anderen Thiergruppen. Je nachdem hier der Systematiker den Species-Begriff enger oder weiter fasst, je nachdem er die Classifications-Principien des künstlichen oder des natürlichen Systems höher schätzt, kann er die Zahl der 21 Genera und 111 Species des natürlichen Systems, welche in der ersten Abtheilung des zweiten Bandes beschrieben sind, ganz erheblich vermehren oder vermindern. Das natürliche System könnte z. B. folgenden sechs Auffassungen unterliegen: A. 1 Genus mit 1 Species; B. 1 Genus mit 3 Species; C. 3 Genera mit 21 Species; D. 21 Genera mit 111 Species; E. 43 Genera mit 181 Species; F. 43 Genera mit 289 Species. Anderseits könnte das künstliche System folgende sechs Anordnungen erfahren: G. 1 Genus mit 7 Species; H. 2 Genera mit 19 Species; I. 7 Genera mit 39 Species; K. 19 Genera mit 181 Species; L. 39 Genera mit 289 Species; M. 113 Genera mit 591 Species. Jedes dieser zwölf Systeme könnte für sich Gründe geltend machen, wie sie jeder Systematiker zu Gunsten seiner subjectiven Auffassung hervorhebt. Keines derselben aber könnte als das absolut wahre System jemals nachgewiesen werden. Dieses Verhältniss zeigt am klarsten, dass eine absolute Species über-

haupt nicht existirt, und dass Species und Varietät nicht scharf zu trennen sind.[1])

1) Die zwölf hier beispielsweise angeführten Systeme (bei welchen überdies die äussere Körperform noch gar nicht berücksichtigt ist!) würden folgendermassen näher zu bestimmen sein:

A, I. Natürliches System in weitester Fassung des Species-Begriffes (im ersten Grade): Ein einziges Genus mit einer Species: *Calcispongia Grantia.*

B, II. Natürliches System mit sehr weiter Ausdehnung des Species-Begriffes (im zweiten Grade): Ein einziges Genus mit 3 Species: 1) *Calcispongia ascon*, 2) *C. leucon*, 3) *C. sycon.*

C, III. Natürliches System mit weniger weiter Ausdehnung des Species-Begriffes (im dritten Grade): Drei Genera *(Ascon, Leucon, Sycon)* mit 21 Arten. Hier gelten als Species die 21 Formengruppen, welche das nächste System als Genera auffasst (Ascetta, Leucetta, Sycetta etc.).

D, IV. Natürliches System bei mittlerer Ausdehnung des Species-Begriffes (im vierten Grade), ausgeführt in der ersten Abtheilung des zweiten Bandes (p. 11 — 380): Drei Familien (Ascones, Leucones, Sycones) mit 21 Genera und 111 Species.

E, V. Natürliches System bei engerer Ausdehnung des Species-Begriffes (im fünften Grade): Drei Familien mit 43 Genera und 181 Species. Dieses System ergiebt sich, wenn man die im natürlichen System des zweiten Bandes aufgeführten Subgenera als „Gute Genera" und die ebendaselbst aufgeführten „Specifischen Varietäten" oder beginnenden Arten als „Gute Species" gelten lässt. Ihre Charactere sind dafür hinreichend scharf gefasst und relativ beständig.

F, VI. Natürliches System bei sehr enger Ausdehnung des Species-Begriffes (im sechsten Grade): 3 Ordnungen mit 21 Familien, 43 Genera und 289 Species. Dieses System entsteht durch weiter gehende analytische Specificirung des fünften Systems, indem man die generischen Varietäten des letzteren zum Werthe selbstständiger Species erhebt.

G, VII. Künstliches System bei weitester Fassung des Species-Begriffes (im ersten Grade): Alle Kalkschwämme bilden ein einziges Genus: *Grantia* (FLEMING, 1828) oder *Leucalia* (GRANT, 1829) oder *Calcispongia* (BLAINVILLE, 1834). Als sieben Arten könnte man hier zunächst folgende Species unterscheiden, 1) *Calcispongia dorograntia*, 2) *C. cystograntia*, 3) *C. cormograntia*, 4) *C. coenograntia*, 5) *C. tarrograntia*, 6) *C. cophograntia*, 7) *C. metrograntia* (vergl. oben p. 85).

H, VIII. Künstliches System bei sehr weiter Ausdehnung des Species-Begriffes (im zweiten Grade): 2 Genera mit 19 Species, nämlich: I. Monograntia mit 6 solitären Species: 1) M. olynthus, 2) M. dissycus, 3) M. sycurus, 4) M. clistolynthus, 5) M. lipostomella, 6) M. sycocystis. II. Polygrantia mit 13 socialen Species: 1) P. soleniscus, 2) P. amphoriscus, 3) P. sycothamnus, 4) P. nardorus, 5) P. coenostomus, 6) P. tarrus, 7) P. artynas, 8) P. auloplegma, 9) P. aphroceras, 10) P. sycophyllum, 11) P. ascometra, 12 P. leucometra, 13) P. sycometra.

I, IX. Künstliches System bei weniger weiter Ausdehnung des Species-Begriffes (im dritten Grade): 7 Genera mit 39 Species. Die Gattungen würden sein: 1) Dorograntia, 2) Cystograntia, 3) Cormograntia, 4) Coenograntia, 5) Tarrograntia, 6) Cophograntia, 7) Metrograntia. Die 39 Species würden durch die 39 Formen repräsentirt werden, welche im künstlichen System des II. Bandes als Genera aufgeführt sind. So würde also z. B. das II. Genus, Cystograntia, 3 Arten enthalten: 1) C. clistolynthus; 2) C. lipostomella und 3) C. sycocystis (vergl. oben p. 84 und 85).

K, X. Künstliches System bei noch engerer Ausdehnung des Species-Begriffes (im vierten Grade): 7 Familien mit 19 Genera und 181 Species. Die 7 Genera des neunten Systems sind hier zum Range von Familien, die 19 Species des achten Systems zum Range von Genera erhoben; und die 181 Species sind dieselben, welche im fünften Systeme auf 43 wesentlich verschiedene Genera vertheilt sind.

L, XI. Künstliches System bei mittlerer Ausdehnung des Species-Begriffes (im fünften Grade): 7 Ordnungen mit 19 Familien, 39 Genera und 289 Species. Dieses System ist in der zweiten Abtheilung

Generische und specifische, connexive und transitorische Varietäten.

Die verschiedenen Formen, welche ich im Systeme der Kalkschwämme als generische und specifische, connexive und transitorische Varietäten aufgeführt habe, sind von der grössten Bedeutung für die Descendenz-Theorie und für den Zweck dieser Monographie, den Ursprung der Species an dem Beispiele einer einzelnen Gruppe analytisch nachzuweisen. Der denkende und unbefangene Systematiker, welcher der analytischen, von mir im zweiten Bande befolgten Classifications-Methode aufmerksam gefolgt ist, wird die ausserordentliche phylogenetische Bedeutung dieser vierfach verschiedenen Varietäten ohne weitere Erörterung begreifen. Da ich ausserdem schon in den vorhergehenden Abschnitten mehrfach davon gesprochen habe, wird es hier genügen, kurz das Wichtigste zusammen zu fassen.

1) Die generischen Varietäten des natürlichen Systems sind die Genera des künstlichen Systems. Innerhalb einer und derselben natürlichen Art können durch mannichfaltige Stockbildung und Mundbildung sich vielfach verschiedene Formen entwickeln, welche das künstliche System (ohne die Kenntniss ihres engen genealogischen Zusammenhanges) unbedingt als Repräsentanten nicht allein verschiedener Species, sondern sogar verschiedener Genera respectiren muss. So z. B. enthält die äusserst formenreiche *Ascandra variabilis* (Taf. 18) Formen, welche das künstliche System auf elf verschiedene Genera vertheilen würde (System, p. 107); *Leucetta primigenia* (Taf. 21) repräsentirt sieben verschiedene Genera des künstlichen Systems (System, p. 118); *Sycandra compressa* (Taf. 57) liefert dem künstlichen System nicht weniger als neun verschiedene Genera (System, p. 361).

2) Die specifischen Varietäten des natürlichen Systems sind beginnende Species des natürlichen Systems im Sinne der Descendenz-Theorie. Bei weiterer Ausbildung und bei zunehmender Constanz der Merkmale, durch welche die specifischen Varietäten einer natürlichen Species sich unterscheiden, würden sich dieselben zum Range von „*bonae species*" erheben. Ein analytisches System, das den Species-Begriff sehr eng fasst, könnte sie schon jetzt als solche anerkennen. So würde z. B. *Ascandra variabilis* in 4 natürliche Species zerfallen (A. cervicornis, A. confervicola, A. arachnoides, A. hispidissima); *Leucetta primigenia* würde 3 gute Species bilden (L. isoraphis, L. microraphis, L. megaraphis); *Sycandra compressa* würde sogar in 6 natürliche Arten sich auflösen (S. foliacea, S. pennigera, S. clavi-

des zweiten Bandes (p. 381—412) nach den bisher in der Systematik der Spongien befolgten Principien ausgeführt.

M, XII. Künstliches System bei sehr enger Ausdehnung des Species-Begriffes (im sechsten Grade): 7 Ordnungen mit 19 Familien, 113 Genera und 591 Species. Als Genera sind hier diejenigen Formengruppen betrachtet, welche im elften System (in der zweiten Abtheilung des zweiten Bandes) nur den Werth von Subgenera haben: *Olynthettus*, *Dyssycettus*, *Sycurettus* etc. Als Species aber sind hier diejenigen Formen aufgeführt, welche im elften Systeme nur als Subspecies figuriren.

gera, S. rhopalodes, S. lobata, S. polymorpha). Mehrere von diesen specifischen Varietäten sind factisch bereits als Arten beschrieben worden.

3) Die connexiven Varietäten des natürlichen Systems sind unmittelbare Uebergangsformen zwischen den Genera des natürlichen Systems. Durch ganz geringfügige Abänderungen in der Zusammensetzung des Skelets wird der Grund zu einer neuen natürlichen Gattung gelegt. Indem z. B. einzelne Dreistrahler des bloss aus Dreistrahlern zusammengesetzten Skelets von Ascetta (Leucetta oder Sycetta) einen vierten Strahl entwickeln, geht jene Gattung in Ascaltis (bezüglich Leucaltis oder Sycaltis) über. So liefert z. B. *Ascandra variabilis* Uebergangsformen zu 4 natürlichen Gattungen (Ascaltis, Ascortis, Asculmis, Ascyssa); *Leucetta primigenia* bildet connexive Formen zu 3 Genera des natürlichen Systems (Leucaltis, Leucortis, Leucandra); *Sycandra compressa* geht über in Sycortis.

4) Die transitorischen Varietäten des natürlichen Systems sind unmittelbare Uebergangsformen zwischen den Species des natürlichen Systems. Es sind die von den Gegnern der Descendenz-Theorie perhorrescirten „Uebergänge von einer guten Art zur anderen". Solche Zwischenformen, deren Existenz von den Species-Dogmatikern überhaupt geleugnet wird, kommen bei den Kalkschwämmen massenhaft vor. Nur die wichtigsten sind im natürlichen Systeme des zweiten Bandes angeführt, so z. B. Uebergänge von *Ascandra variabilis* zu A. pinus, A. Lieberkühnii und A. complicata; transitorische Zwischenformen zwischen *Leucetta primigenia* und L. pandora, L. sagittata, unmittelbare Uebergänge von *Sycandra compressa* zu S. utriculus und S. lingua.

Polymorphose und Polymorphismus.

Eine der merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten der Kalkschwämme, durch die sie sich höchst auffallend vor den meisten übrigen Organismen auszeichnen, ist die ausserordentliche Unbeständigkeit der äusseren Körperform. Gerade dadurch wird ihr Studium für das Species-Problem so ungemein lehrreich. Wie gross, wie entscheidend die Bedeutung der äusseren Körperform für die Unterscheidung der Species fast in allen Thierclassen ist, weiss jeder Systematiker. Die grosse Mehrzahl aller Arten wird lediglich nach mehr oder minder unbedeutenden Differenzen im Detail der äusseren Gestalt-Verhältnisse unterschieden. Im schroffsten Gegensatze zu dieser Thatsache ist die äussere Körperform bei den Spongien, vor Allen aber bei den Kalkschwämmen, so variabel, dass sie überhaupt gar nicht, weder im natürlichen, noch im künstlichen Systeme, zur Species-Characteristik benutzt werden kann. Was ich in dieser Beziehung bei den Kalkschwämmen gefunden und im zweiten Bande dieser Monographie speciell beschrieben habe, übertrifft alle bisherigen Vorstellungen, und geht noch viel weiter als die wunderbare Variabilität der äusseren Form bei den Faserschwämmen, die alle neueren Spongiologen, besonders Oscar Schmidt, als ganz ungewöhnlich hervorgehoben haben. Ein Systema-

tiker z. B., der bei *Ascandra variabilis* (Taf. 18), *Leucetta primigenia* (Taf. 21), *Sycandra compressa* (Taf. 57) die äussere Körperform allein als Species-Character verwerthen wollte, würde bei jeder dieser drei höchst variablen Species unter den Individuen eines einzigen Fundortes nach Belieben zehn, zwanzig oder mehr als hundert Species unterscheiden können.

Noch merkwürdiger aber erscheint es vielleicht, dass diese grenzenlose Unbeständigkeit auch die wichtigsten Organe, Magenhöhle und Mundöffnung, betrifft. In sehr vielen natürlichen Species findet man neben einander Individuen mit Mundöffnung und ohne Mundöffnung. Auch unter den Faserschwämmen scheint der Mundverlust und sogar der Magenverlust sehr häufig zu sein. Diese auffallende Erscheinung ist wohl daraus zu erklären, dass bei den Spongien (ähnlich wie bei den parasitischen Würmern, Crustaceen etc.) die Mundöffnung nicht die physiologische Bedeutung mehr besitzt, wie bei den höheren Thieren. Sie wird rudimentär und geht endlich verloren (Cestoden, Rhizocephalen, lipogastrische Spongien). Ebenso ist auch die vierfach verschiedene Beschaffenheit der Mundöffnung bei den Kalkschwämmen höchst variabel.

Ich habe diese merkwürdige Vielgestaltigkeit der Calcispongien-Species im Systeme des zweiten Bandes speciell beschrieben und im Atlas des dritten Bandes durch zahlreiche Abbildungen erläutert (vergl. z. B. die Abbildungen von *Ascetta primordialis*, Taf. 2, *Leucandra aspera*, Taf. 35, *Sycandra compressa*, Taf. 58). In der Erklärung zu den Tafeln des Atlas ist dieselbe als Polymorphosis bezeichnet, im Gegensatze zu dem bekannten Polymorphismus der Siphonophoren und vieler höheren Thiere. Der letztere ist bekanntlich ein Product der physiologischen Arbeitstheilung. Die Polymorphose hingegen ist ein Polymorphismus ohne Arbeitstheilung. Ihre Ursache ist lediglich in Anpassungen an äussere Existenz-Bedingungen von ganz untergeordneter Bedeutung zu suchen.

Die merkwürdigste Form der Polymorphose bei den Kalkschwämmen ist die Vereinigung polymorphotischer Personen auf einem Stocke, welche ich Metrocormie genannt habe. Im künstlichen Systeme bilden diese metrocormotischen Kalkschwämme die Ordnung der Metrograntiae (*Ascometra, Leucometra, Sycometra*). Formen, welche das künstliche System als Repräsentanten verschiedener Genera und Species betrachtet, wachsen hier vereinigt auf einem Stocke. Mit dem Species-Dogma ist diese, im zweiten Bande näher beschriebene Thatsache völlig unvereinbar.

Ursachen der Formbildung.

Neben dem ungewöhnlichen Interesse, welches die Biologie der Kalkschwämme für die Descendenz-Theorie und für die kritische Auffassung der organischen Species besitzt, ist dieselbe auch desshalb von ausserordentlicher allgemeiner Bedeu-

tung, weil sich in dieser kleinen und einfach gebauten Thiergruppe die wahren Ursachen der biologischen Erscheinungen, und namentlich die Ursachen der Formbildung, ungemein klar übersehen und sicher erkennen lassen. Diese Ursachen ergeben sich überall als rein mechanische, unbewusste Ursachen *(causae efficientes)*: hingegen suchen wir völlig vergeblich nach irgend welchen zweckthätigen, bewussten Ursachen *(causae finales)*.

Wenn wir in dieser Beziehung nochmals kurz die wesentlichsten Puncte zusammenfassen, welche im ersten Bande allgemein erörtert und im zweiten Bande mit vielen tausend speciellen Beobachtungen belegt sind, so ergiebt sich etwa folgende Schluss-Betrachtung:

1) Die äussere Gesammtform der Kalkschwämme, sowohl der socialen Stöcke, als der einzelnen Personen, ist Product des Wachsthums, welches zum überwiegend grössten Theile der Anpassung an die äusseren Existenz-Bedingungen des Wohnortes und der Umgebung unterliegt; nur zum kleinsten Theile wird der Modus des Wachsthums innerhalb der Species vererbt. Dasselbe gilt von der vierfach verschiedenen Mundbildung der Personen.

2) Die dreifach verschiedene Structur der Magenwand, durch welche die drei natürlichen Familien unterschieden werden, ist theils Product der Vererbung, theils der Anpassung. Die ursprüngliche Structur der Magenwand, wie sie sich bei den Asconen findet, ist geerbt vom *Olynthus*, der Stammform aller Kalkschwämme; der Olynthus aber hat dieselbe von der *Archispongia*, die letztere vom *Protascus* und dieser von der *Gastraea* geerbt. Die Structur der Magenwand bei den Leuconen ist durch Wachsthum des Exoderm und Stabilirung und Ramification der inconstanten Poren, die Structur der Magenwand bei den Syconen durch strobiloide Knospung aus derjenigen des Olynthus entstanden.

3) Die mannichfaltigen übrigen Verhältnisse des Gastrocanal-Systems sind lediglich Producte specieller Anpassungen, wobei vor Allen die Wasserströmung bildend einwirkt; diese ist aber wiederum abhängig von der Geisselbewegung der Entoderm-Zellen.

4) Die höchst merkwürdigen Verhältnisse des Intercanal-Systems sind lediglich durch Concrescenz bewirkt. Durch diesen rein mechanischen Wachsthums-Prozess entstehen sehr complicirte und characteristische Stockformen und Personen-Formen, bei welchen eingeschlossene Raumtheile des Meeres zu constituirenden Organen des Organismus werden.

5) Die höchst characteristische primäre Form der Kalknadeln oder Spicula ist rein mechanisches Product aus zwei zusammenwirkenden Factoren; aus der Krystallisations-Fähigkeit des Kalkspaths und aus der Secretions-Thätigkeit der Sarcodine. Bei der Production der secundären Nadel-Formen ist ausserdem noch der bildende Wasserstrom und die Anpassung an andere, mehr untergeordnete äussere Existenz-Bedingungen wirksam.

6) Die geordnete, oft sehr regelmässige und zierliche, scheinbar künstliche Zusammensetzung des Skelet-Systems ist zum grössten Theile unmittelbares Product der Wasserströmung; die characteristische Lagerung der Spicula ist von der constanten Richtung des Wasserstroms hervorgebracht; zum kleinsten Theile ist sie die Folge von Anpassungen an untergeordnete äussere Existenz-Bedingungen.

7) Alle übrigen Form-Verhältnisse, welche ausserdem noch hier in Betracht kommen könnten, lassen sich auf die bildende Thätigkeit der Zellen zurückführen, welche die beiden constituirenden Blätter des Spongien-Körpers, das Entoderm und Exoderm, zusammensetzen; diese aber sind geerbt von dem Protascus und weiterhin von der Gastraea. Vorzugsweise wirksam sind dabei die Bewegungs-Erscheinungen dieser Zellen, und zwar einerseits die amoeboide Bewegung, anderseits die Geissel-Bewegung, welche auf letztere zurückzuführen ist.

8) Die speciellen Eigenschaften dieser Zellen bei den Kalkschwämmen beruhen auf der chemischen Zusammensetzung ihres Körpers, einerseits des Protoplasma, anderseits des Nucleus (vergl. die Plastiden-Theorie in meinen biologischen Studien, 1870, p. 79). Von diesen beiden constituirenden Bestandtheilen der Zelle ist das Protoplasma vorzugsweise als das Biorgan der Anpassung, der Nucleus hingegen als das Biorgan der Vererbung zu betrachten.

9) Die (chemischen) Eigenschaften der beiden Eiweissverbindungen, welche das Protoplasma und den Nucleus constituiren, sind zurückzuführen auf die eigenthümlichen Verwandtschafts-Beziehungen des Kohlenstoffs (vergl. die Kohlenstoff-Theorie in meinen biologischen Studien, 1870, p. 131). Ursprünglich sind diese in einfachster Weise bei der Constitution des Plasson thätig gewesen, welches den ganzen Körper des einfachsten Moneres bildete. Aus diesem entstand erst durch Anpassung (Differenzirung des Plasson in Nucleus und Protoplasma) die erste Zelle, eine Amoebe. Diese wird recapitulirt nach dem biogenetischen Grundgesetze durch die Eizelle. Die specifischen Eigenschaften, welche die Eizelle der Kalkschwämme besitzt, hat diese aber bereits durch Vererbung von dem ältesten Olynthus erhalten.

Die Kalkschwämme und der Monismus.

Die allgemeinsten Resultate, welche sich aus der vorliegenden Monographie der Calcispongien ergeben, sind rein philosophischer Natur und lassen sich in dem Satze zusammenfassen: die Biogenie der Kalkschwämme ist ein zusammenhängender Beweis für die Wahrheit des Monismus. Während ich in meiner generellen Morphologie auf synthetischem Wege den Nachweis zu führen versucht hatte, dass alle Erscheinungen der organischen Formen-Welt nur

von der monistischen Philosophie sich erklären und begreifen lassen, so wird dieser Nachweis von der Morphologie der Kalkschwämme auf analytischem Wege geliefert. Die grossen Gegensätze der philosophischen Weltanschauungen, welche zwischen dem Monismus oder der mechanischen Naturauffassung und dem Dualismus oder der teleologischen Naturauffassung bei jedem consequenten Denken sich offenbaren, können an der Biologie der Kalkschwämme im Einzelnen geprüft werden, und jede Prüfung fällt zu Gunsten der ersteren, zum Nachtheil der letzteren aus.

Alle Erscheinungen, welche in der Morphologie der Kalkschwämme zu Tage treten, lassen sich durch die Wechselwirkung von zwei physiologischen Functionen, der Vererbung und Anpassung vollständig erklären, und wir brauchen keine anderen Ursachen, um ihre Entstehung zu begreifen. Alle Ursachen, die überhaupt in der Morphologie und Physiologie der Kalkschwämme wirksam sich offenbaren, sind unbewusste mechanische Ursachen *(causae efficientes)*: nirgends begegnen wir bewussten zweckthätigen Ursachen *(causae finales)*. Ueberall können wir das Walten unabänderlicher Naturgesetze, nirgends das Schalten eines vorbedachten Schöpfungs-Planes wahrnehmen.

Es könnte scheinen, als ob in der Formbildung der Kalkschwämme Alles vom Zufall abhinge. Zufall giebt es aber in der Natur ebenso wenig, als Zweck, ebenso wenig als Freiheit. Alle Vorgänge spielen sich mit absoluter Nothwendigkeit ab, als das verwickelte Resultat aus dem Zusammentreffen zahlreicher Ursachen, von denen jede einzelne rein mechanischer Natur, selbst wieder durch weiter zurück liegende causae efficientes bedingt ist. Was wir Zufall nennen, ist lediglich das für uns unerwartete Zusammentreffen von Erscheinungen, von denen jede einzelne zuletzt durch eine Kette von wirkenden Ursachen mit absoluter Nothwendigkeit herbeigeführt ist.

Da alle Erscheinungen, welche uns die Biologie der Kalkschwämme darbietet, sich vollständig durch die Entwickelungs-Theorie begreifen lassen, so ist selbstverständlich jede Annahme einer Schöpfung auf diesem Gebiete völlig ausgeschlossen. Da nun aber der Leib des Kalkschwammes in dem Entwickelungs-Stadium der Gastrula bereits aus denselben beiden Keimblättern besteht, welche den Leib des Menschen und aller höheren Thiere in früher Zeit der embryonalen Entwickelung zusammensetzen, so ergiebt sich für den consequenten Denker mit Nothwendigkeit die Annahme derselben mechanischen Entwickelung auch für den Menschen. Dieser Hinweis erläutert auf das klarste die hohe Bedeutung der Kalkschwämme für die monistische Philosophie.

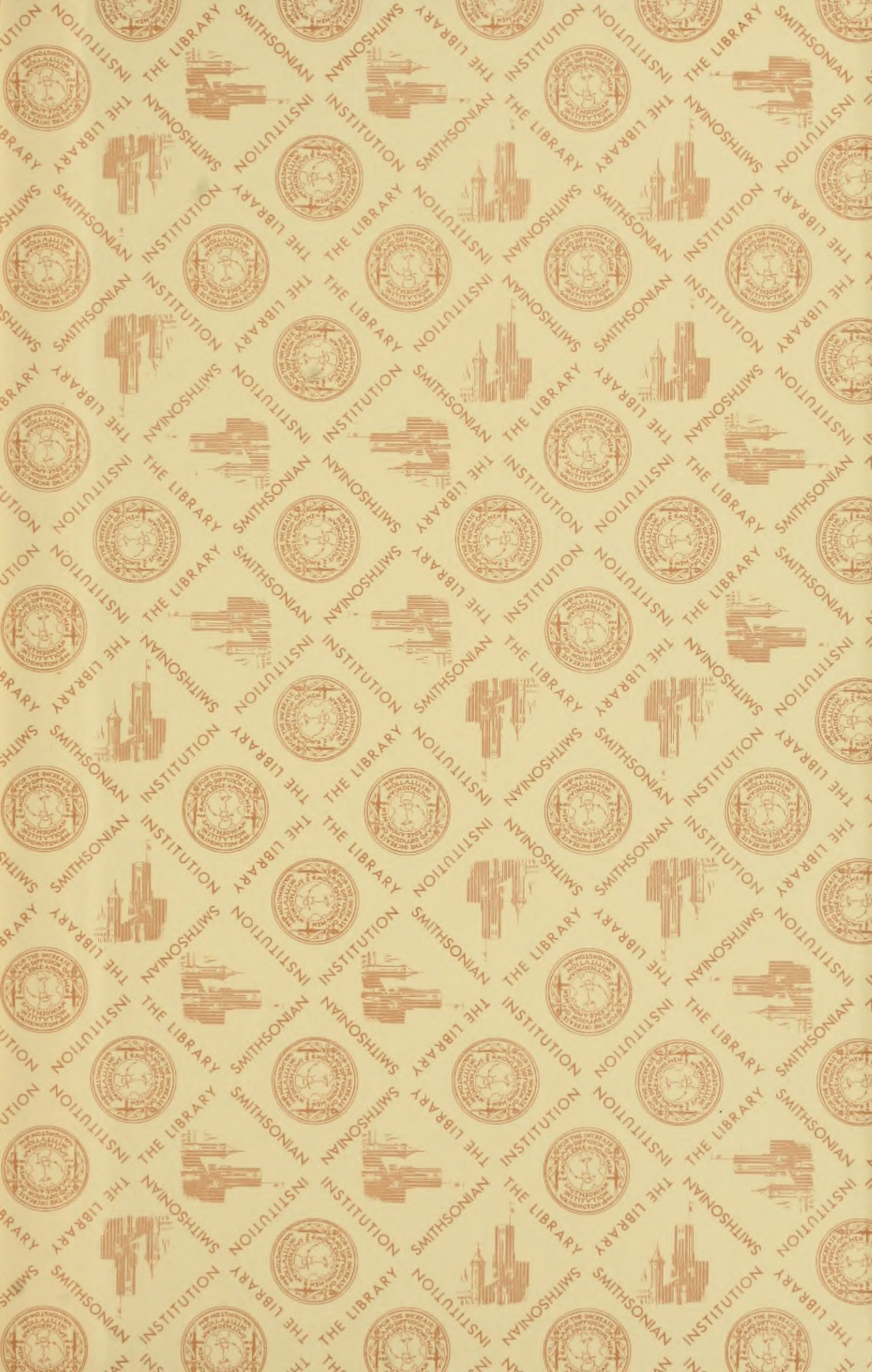
Druck von Friedrich Frommann in Jena.

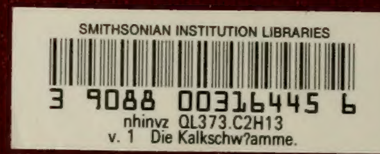


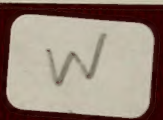







THE LIBRARY
SMITHSONIAN
INSTITUTION




W